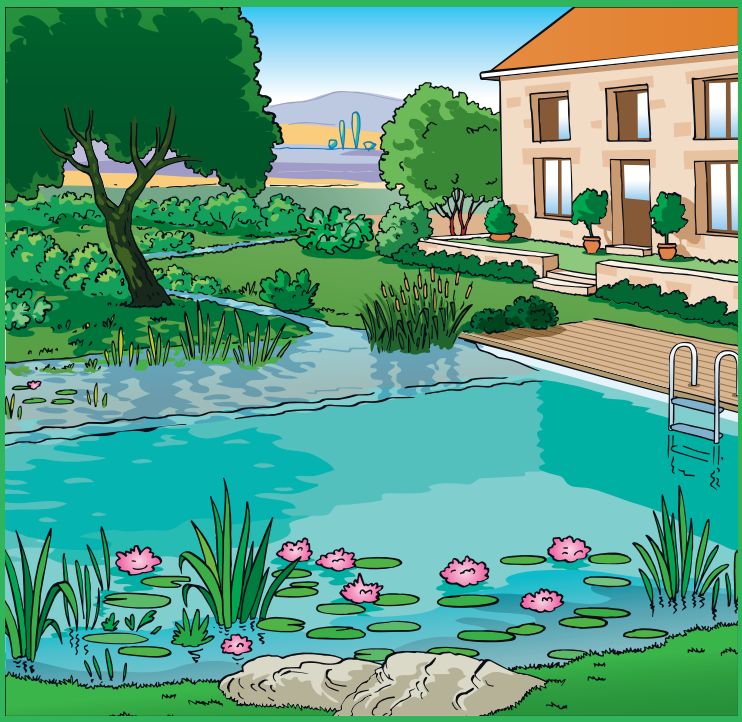
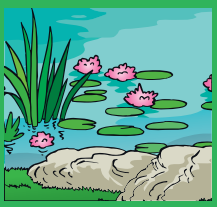
Philippe Guillet

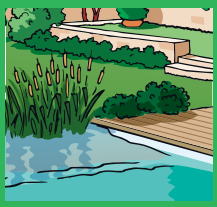
Baignades Biologiques



EYROLLES
Environnement

Philippe Guillet





Les bassins de baignades sont différents des piscines traditionnelles : si le principe de la piscine chlorée est de tuer toutes formes de vie bactérienne, les piscines naturelles, dites biologiques, proposent de les optimiser afin de recréer un écosystème.

Cet ouvrage complet et efficace donne toutes les pistes pour comprendre le fonctionnement des piscines naturelles, leur réalisation et leur entretien. Quelles solutions adopter ? Comment ne pas avoir un étang impraticable au lieu d'une piscine biologique ? Comment fonctionne l'écosystème, comment l'entretenir ? Des explications claires et des exemples concrets sont à votre portée... pour que votre baignade soit un véritable plaisir inspiré de la nature...

L'auteur Philippe Guillet est un passionné de bassins et de jardins aquatiques. Président de l'association Passion Bassin (www.passionbassin.com), il anime de nombreuses conférences et formations sur le sujet.

« Un guide pratique et sur mesure pour des piscines bios et propres ! »

Illustrations de couverture © Antoine Delor

www.editions-eyrolles.com
Code éditeur : G12710
ISBN : 978-2-212-12710-2

BAIGNADES BIOLOGIQUES

Du même auteur

Bassins de jardin, G12179, 2007.

Le guide des piscines naturelles et écologiques, G12348, 2008.

Dans la collection « Eyrolles Environnement »

Bruno Herzog. – **Le puits canadien**, G12141, 2008.

Bruno Béranger. – **Les pompes à chaleur**, G12254, 2008.

Frédéric Séné. – **Les pollutions électromagnétiques**, G12638, 2009

Emmanuel Riolet. – **L'énergie solaire et photovoltaïque** –, G12678, 2009.

Emmanuel Riolet. – **Le mini-éolien** – G12143, 2007.

Brigitte Vu. – **Choisir une énergie renouvelable adaptée à sa maison**, G12142, 2008.

Eric et Tina Masson. – **Jardiner écologique**, G12254, 2008.

Dans la collection « Les guides de l'habitat durable »

Paul de Haut. – **Vivre sain au quotidien**, G12475, 2008.

Jean-Marc Percebois. – **Le guide du chauffage géothermique**, G12435, 2008.

Brigitte Vu. – **Le guide de l'habitat passif**, G12365, 2008.

BAIGNADES BIOLOGIQUES

Philippe Guillet

EYROLLES

Éditions Eyrolles
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

Conception de la maquette intérieure : Dazibao

Mise en pages : FG Compo

Le code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée notamment dans les établissements d'enseignement, provoquant une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.
En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.
© Groupe Eyrolles, 2010, ISBN : 978-2-212-12710-2

Sommaire

Baignades biologiques... Mode d'emploi VIII

Partie 1 – Les principes de base

Chapitre 1 – Le fonctionnement 2

Comment ça marche ? 2

Biologique... pourquoi ? 3

Les animaux et bactéries ? 4

Les algues ? 4

Chapitre 2 – Les coûts, les démarches, la réglementation... 7

Les coûts 7

Les démarches administratives 8

Quelle réglementation ? 8

Partie 2 –Les principes de mis en œuvre

Chapitre 3 – Mémento du constructeur bio 12

Quel emplacement, quelle forme ? 12

Les dimensions 16

L'étanchéité 17

La mise en eau 20

Les accessoires 21

Les pompes 21

Les appareils UV 22

La filtration biologique 24

Le principe 26

La chambre de décantation 27

Le lagunage une méthode révolutionnaire ? 29

Un bassin indépendant 31

Les dimensions 32

Optimiser la circulation de l'eau 33

Les inconvénients 35

Chapitre 4 – Le guide des plantes 36

Quelles espèces choisir ? 36

Les plantes envahissantes 36

Les plantes adaptées 41

Les plantes flottantes 56

Les plantes décoratives 59

Comment planter dans la lagune ? 63

L'empoissonnement 64

Chapitre 5 – Entretenir sa baignade ... 66

L'entretien de la filtration ... 67

L'entretien du lagunage ... 68

Partie 3 – Annexes

Chapitre 6 – Glossaire ... 70

Index ... 89

Baignades biologiques... Mode d'emploi

Bassin de baignade, piscine écologique, baignade biologique, bassin natatoire, étang de baignade… ce ne sont pas les qualificatifs qui manquent pour désigner un espace aquatique ne recourant à aucun produit chimique de traitement de l'eau. Une baignade directement inspirée de la nature et des plaisirs de l'eau sauvage.

Ces termes, désignations, englobent de nombreux concepts, brevets et vérités « commerciales » de quoi déconcerter et faire hésiter nombre de personnes intéressées par la réalisation d'un tel projet.

Pourtant, au-delà de l'aspect « mode » lié essentiellement à la mise en avant des aspects biologiques et écologiques, les baignades naturelles répondent principalement à l'attente croissante d'une intégration parfaite d'une zone aquatique décorative et destinée à la baignade dans le jardin.

Que l'on fasse appel à une société spécialisée ou que l'on se lance soi-même dans la réalisation de la baignade de ses rêves, tout est possible si l'on prend le temps de bien se renseigner et de retenir une solution en connaissance de cause.

À l'origine des « piscines » naturelles, de plus en plus médiatisées à travers les nombreuses revues (jardin, piscine, design, écologie…) et multiples reportages à la télévision, se trouve un principe commercialisé depuis presque trente ans.

Particulièrement développés en Autriche, Suisse et Allemagne, les bassins de baignade se multiplient également depuis quelques années en Angleterre et aux États-Unis. En France, depuis une dizaine d'année des paysagistes se sont spécialisés dans cette activité.

La baignade naturelle répond à plusieurs attentes :

- Absence de traitement chimique de l'eau, bénéfique pour les baigneurs, (des études récentes ont confirmé que le chlore présent dans l'eau des piscines favorise le risque de développer un asthme chez les jeunes enfants) comme pour l'environnement. L'eau est vivante et s'auto-épure.
- Harmonie de la zone de baignade avec le reste du jardin : la piscine de vos rêves correspondant à votre image.
- Utilisation de matériaux décoratifs naturels, un esthétisme parfait pour le plaisir des yeux tout au long de l'année.

PARTIE 1

LES PRINCIPES DE BASE

1 Le fonctionnement

Avant de se lancer dans l'aventure, voici quelques questions-réponses qui vous permettront de bien cerner les grandes lignes du projet.

Les baignades biologiques s'opposent aux piscines abiotiques principalement par le mode de filtration. Là où la règle est d'avoir un milieu désinfectant et une eau sans vie, le bassin de baignade propose une solution différente basée sur l'auto-régénération biologique de l'eau grâce à différents concepts : vie bactérienne optimisée, aération, lagunage, plantations aquatiques…

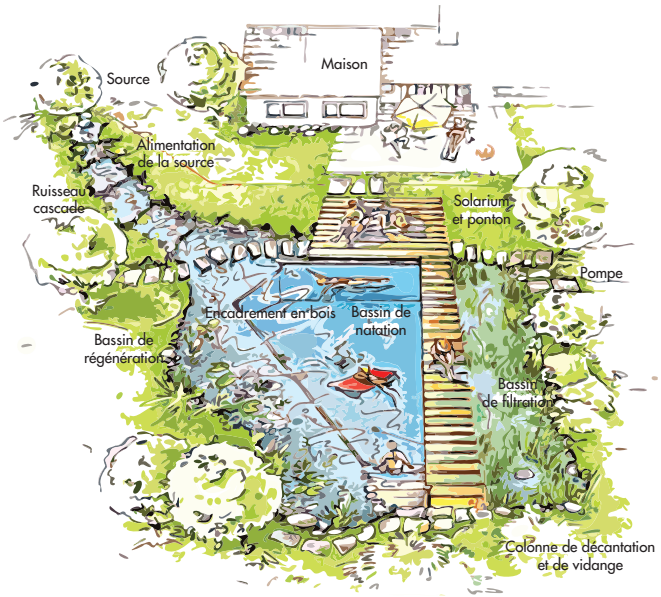
On distingue souvent trois zones qui ont chacune un rôle spécifique et qui participent directement à la réussite du projet :

- la zone de baignade ;
- la zone de filtration mécanique ;
- la zone de régénération, le lagunage.

COMMENT ÇA MARCHE ?

Une baignade biologique, c'est un peu comme un grand bassin mais conçu pour les plaisirs de l'eau tant au niveau des dimensions et des formes, qu'au niveau de la filtration.

Pour obtenir une excellente qualité sanitaire de l'eau, il est indispensable d'installer une circulation de l'eau. Celle-ci est évacuée de la zone baignade par le fond (au moyen de bondes) et par la surface (skimmer, débordements). Cette eau contenant les déchets (feuilles mortes, poussières…) passe d'abord dans un système de filtration mécanique destiné à retenir les déchets (décantation, filtre à grille inox…) puis, aspirée par une pompe aux normes piscines.



Principe de fonctionnement

L'eau, déchargée des matières en suspension, est alors refoulée dans la zone de régénération (lagunage, plantes aquatiques…). Il est possible d'adjoindre un appareil à lampe ultra-violet (UV-C piscine) afin de détruire tout phytoplancton ou germe indésirable.

BIOLOGIQUE… POURQUOI ?

L'eau est filtrée et rendue compatible avec la baignade de manière naturelle sans adjonction d'aucun produit chimique, bactéricide ou algicide (chlore, sel, peroxyde d'hydrogène, ozone, cuivre…). Le support de la lagune (pouzzolane notamment) et les plantes agis-

sent comme un véritable filtre biologique. Les bactéries transforment les déchets en substances assimilables par les plantes. Ces bactéries, utiles pour la filtration, travaillent en présence d'enzymes, d'oxygène et leur action, combinée à celle des racines des plantes aquatiques sélectionnées, lutte contre les bactéries pathogènes. De ce fait, on obtient une qualité d'eau de baignade aux normes. Les laboratoires agréés réalisent de nombreuses analyses, à la demande des propriétaires, chaque année.

LES ANIMAUX ET BACTÉRIES ?

Est-il vrai que de nombreux animaux, et notamment des insectes, sont attirés par l'eau du bassin de baignade ?

Le principe de la « piscine » biologique repose sur la création d'un écosystème. À la base, de petits organismes : les bactéries, vont permettre d'obtenir une bonne qualité d'eau. Ensuite, le phytoplancton et le zooplancton se développeront. Grenouilles, insectes (libellules) et gastéropodes (escargots d'eau) pourront évoluer dans le bassin ou parmi les plantes. Cependant, plus le bassin sera utilisé en tant que lieu de baignade et moins les animaux aquatiques sauvages seront présents.

Astuce

Certaines espèces de poissons domestiques peuvent être introduites dans le bassin de baignade afin de lutter notamment contre la présence des moustiques et de leurs larves aquatiques.

LES ALGUES ?

Comme en bassin d'ornement, des algues peuvent se développer tant que l'équilibre biologique n'est pas atteint. La période transitoire peut durer jusqu'à douze à seize mois après le démarrage de la filtration.

La zone de régénération doit également être opérationnelle. De trois à quatre mois sont parfois nécessaires avant que les végétaux, plantés en début de saison (avril-mai), ne commencent leur travail d'épuration.

Selon la conception du bassin, il est possible, les premiers temps, d'utiliser un robot ou un aspirateur de piscine pour nettoyer les parois.

Pour se baigner sur une plus longue période, est-il possible de chauffer avec une eau vivante ?

Avec les différents paliers et la présence de zones peu profondes, vous pouvez opter pour une cascade… l'eau se réchauffe naturellement plus vite qu'avec une piscine traditionnelle. Cependant, pour optimiser l'investissement, il est possible de prévoir un système de chauffage de l'eau (solaire, géothermie…) qui permettra en début et fin de saison, de gagner 4 ou 5 °C supplémentaires.

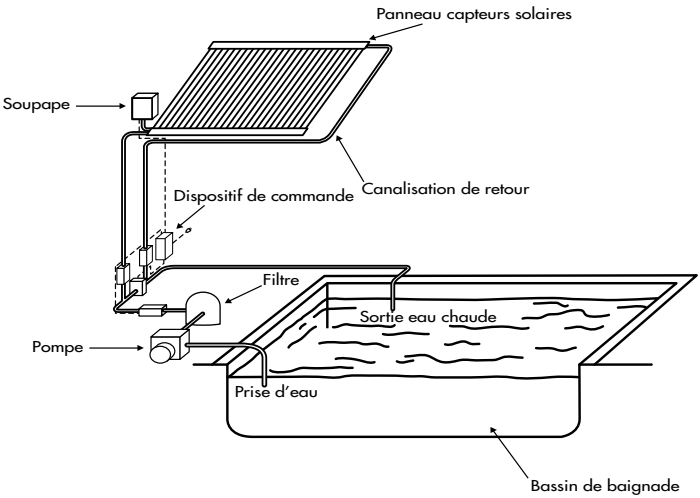


Schéma de fonctionnement d'une piscine naturelle couplée avec un panneau solaire

Exemple de piscine naturelle chauffée par panneau solaire

La plage idéale de fonctionnement biologique de la piscine naturelle se situe entre 20 et 26 °C et doit respecter les saisons naturelles et le cycle de la végétation.

2 Les coûts, les démarches, la réglementation...

LES COÛTS

La réalisation semble bien complexe et délicate. Peut-on pour autant réussir une baignade biologique en auto-construction ?

Bien renseigné, conseillé et accompagné si nécessaire, cette aventure est tout à fait réalisable. Des spécialistes proposent leur assistance technique. Il existe également des forums de discussion spécialisés. La durée des travaux est plus longue (de quatre mois à un an) mais, en contrepartie, le budget est moindre. Pour un bassin de 100 m² de surface, il vous faudra compter environ 15 à 25 000 € tout compris en auto-construction contre 60 000 € et plus en passant par un entrepreneur.

Puisque nous parlons de coûts, à combien peut-on évaluer la note annuelle d'entretien ?

L'entretien se décompose en deux comptes :

- l'électricité – pour alimenter les pompes, l'appareil UV-C : 300 à 400 €/an,
- l'eau – environ 40 à 60 m³ par an pour un volume d'eau de 100 m³ (évaporation bassin et lagunage) : 200 €/an.

En dehors de l'aspect financier, un bassin de baignade demande un entretien régulier : contrôle des algues, nettoyage, suivi des plantations…

Je possède une piscine traditionnelle, est-il possible d'en faire une baignade biologique ?

Bien sûr, de nombreux professionnels proposent des solutions pour rénover votre piscine existante ou la transformer en bassin de baignade.

LES DÉMARCHES ADMINISTRATIVES

Avant toute chose, référez-vous à votre plan local d'urbanisme (PLU anciennement POS), à votre législation communale (éventuelles emprises des sites protégés, classés, naturels, etc.) ainsi qu'au règlement de lotissement ou de copropriété, s'il existe.

Votre projet de bassin de baignade bien ficelé, présentez une demande d'autorisation de travaux auprès de votre mairie. Il est à mon avis primordial d'axer le projet sur la notion de bassin et non de piscine. L'un est imposable, l'autre généralement pas.

En l'absence de texte spécifique, ce dernier point dépend actuellement de l'interprétation faite par l'inspecteur des impôts dont vous dépendez.

Pensez-y !

Même si les piscines naturelles ne sont pour l'instant pas soumises à la réglementation, pensez à installer un système de sécurité.

QUELLE RÉGLEMENTATION ?

En termes de sécurité, les bassins de baignade, pour l'heure actuelle ne sont concernés par aucune réglementation. Les piscines naturelles n'étant pas reconnues distinctement par le Code de l'urbanisme, elles échappent aux dispositifs de sécurité obligatoires au 1er janvier 2006, (décret n° 2004-499).

Je conseille cependant vivement d'intégrer à la réalisation un système de sécurité compatible avec l'intégration du bassin dans le jardin (barrières ou alarmes périmétriques aux normes piscines).

Pour rester en dehors de toute contrainte (par exemple, demande de permis de construire), restez en dessous de 100 m² de surface et ne dépassez pas 2 m de profondeur.

S'agissant d'un cadre privé, la qualité sanitaire de l'eau est du ressort du propriétaire. Dans un cadre public ou semi-public, la DDASS valide les demandes au cas par cas et impose un suivi strict des baignades. L'AFFSET (agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail) a rendu un rapport complet relatif aux risques sanitaires des baignades artificielles mi-2009.

Dans le cadre des marchés publics (baignades publiques) les constructeurs devront posséder un agrément délivré par le ministère de la santé.

Les premiers textes de loi encadrant la réalisation de baignades naturelles (publiques) devraient ainsi voir le jour au cours du premier trimestre 2010 pour donner suite aux conclusions et recommandations de l'AFSSET (avis et expertise collective menée en 2009 par un groupe d'experts en charge de ce dossier).

Toujours partant pour l'aventure ? Voyons les grands principes de base, qui vous permettront d'avancer sur votre projet, en validant au fur et à mesure les différentes étapes.

Le bassin de baignade est avant tout un bassin, parfaitement équilibré biologiquement et optimisé pour la baignade.

PARTIE 2

LES PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

3 Mémento du constructeur bio

Pour les dimensions, la forme, le principe de réalisation d'une piscine biologique est quasiment le même que pour un bassin traditionnel. Seuls le volume, la profondeur et la répartition des paliers sont différents.

Une zone de baignade (à laquelle il faut ajouter la zone de lagunage) de 4 x 6m, contenant un volume de 25 à 36 m³ est, à mon avis, un minimum.

QUEL EMPLACEMENT, QUELLE FORME ?

Le choix de l'emplacement est important. Le bassin devra être bien exposé au soleil pour obtenir une température d'eau agréable sur une saison la plus longue possible.

La forme de la zone de baignade est libre. Il peut s'agir d'un rectangle encadré ou non par des plages, une cascade… D'une fosse réalisée juste pour se tremper et s'immerger de temps en

ATTENTION !

> Pas d'arbre à proximité (feuilles à l'automne, aiguilles de sapin…) qui se déposeront à la surface et entraîneront un entretien plus important à la morte saison (nettoyage des skimmers, filtration…).
> Ne jamais intégrer le bassin de baignade dans une cuvette naturelle qui pourrait recueillir les eaux de pluie ayant lessivé le terrain en amont (apport de boue, terre, produits chimiques…).

temps. Elle dépend vraiment de l'utilisation que vous voulez en faire :

- nage sportive,
- nage détente,
- nage rééducative,
- trempette en période estivale,
- loisir baignade et ludique pour les enfants.

En ce qui concerne la réalisation du bassin de baignade, une construction maçonnée est recommandée. Les structures bois (immergées ou non) sont aussi une bonne solution.

Cependant, si vous souhaitez donner à votre piscine un aspect « bassin d'ornement », en créant de nombreux paliers, vous pourrez vous passer de fondations bétonnées.

À savoir...

Cette solution a l'inconvénient de nécessiter une surface en eau plus importante, pour une surface et un volume de baignade réduits.

De nombreux bassins de baignade réussis ont ainsi été réalisés comme une pièce d'eau ornementale. Le plus souvent, cette décision est prise lorsque la construction maçonnée n'est pas maîtrisée, par souci d'économie lorsque le budget est limité ou tout simplement par facilité et rapidité de la mise en œuvre du projet.

Pour optimiser la surface et le volume du bassin et s'assurer une garantie de stabilité dans le temps, vous pouvez prévoir une structure en dur incluant :

- un radier en béton armé dans lequel seront scellées les bondes de fond et la tuyauterie des évacuations ; c'est lui qui supportera la structure de l'ensemble ;
- des parois montées en blocs à bancher, ferraillées, dans lesquelles seront scellés les skimmers, l'éclairage, la prise balai… Prévoyez également l'emplacement des larmiers pour le retour de filtration.

© Concept Elodée

© Concept Bioteich

La longévité de votre piscine biologique dépend de la réussite de cette étape. Avec le temps, aucune tension ne devra s'exercer sur la membrane au niveau des bondes de fond.

Le radier du bassin ne sera pas plat : des plans inclinés, en forme de pointe de diamant, dirigeront les déchets vers les bondes de fond.

L'alimentation de la filtration se faisant par gravité ou par débordement, le local technique doit être le plus près possible du bassin. Je recommande de l'installer dans la continuité d'une paroi. Le terrassement du local est à prévoir directement lors de la réalisation du bassin de baignade.

© Concept Aquatiss

Local technique dans le prolongement du bassin

Afin de le dissimuler, il pourra être, par la suite, recouvert d'une terrasse équipée d'une trappe d'accès.

La réussite du terrassement, la solidité du support de l'étanchéité (paliers creusés dans le terrain, structure maçonnée) l'exactitude des niveaux sont indispensables afin que vous puissiez profiter pleinement de votre réalisation et continuer sereinement la suite des travaux.

Bonne nouvelle

Le lagunage ne nécessite aucune construction maçonnée. Il ne s'agit ni plus ni moins que du terrassement d'un bassin d'une profondeur uniforme de 50 cm.

LES DIMENSIONS

Le bassin de baignade aura une profondeur maximale plus importante (1,5 à 2 mètres), les paliers seront réalisés non plus en fonction des plantes, mais en fonction de votre besoin.

Vous pouvez, par exemple, opter pour une zone pataugeoire (moins profonde et plus chaude), en cas de présence de jeunes enfants. Ce palier assez large permet une transition en sécurité avant la zone de baignade profonde.

Vous pouvez également installer des marches assez larges pour rester simplement assis ou allongés dans l'eau.

Rien ne vous empêche par ailleurs de privilégier une zone profonde pour plonger ou encore un couloir de nage long et étroit…

Il ne faut pas oublier que l'emplacement du point d'entrée et sortie de l'eau est important à déterminer. Les membranes utilisées de même que le bois immergé sont généralement très glissants. La sortie de l'eau des baigneurs et des nageurs pourra s'effectuer grâce :

- à la construction de marches intégrées ou non aux fondations du bassin. Par exemple au moyen d'un escalier en béton

réalisé sur la membrane, dans lequel sont insérés des galets ou des pierres plates ;

- à un ponton en bois affleurant le niveau d'eau ;
- au moyen, plus design, d'une échelle de piscine classique scellée sur le rebord maçonné ou sur la terrasse du bassin.

L'ÉTANCHÉITÉ

L'utilisation d'une étanchéité compatible avec l'environnement et la vie aquatique est obligatoire. Vous avez différentes possibilités :

- Membrane EPDM (éthylène-propylène-diène-terpolymère) est un élastomère (caoutchouc synthétique) obtenu par polymérisation, (type Pond Liner Firestone).
- Membrane FPO (polyoléfines souples), produite par enduction/extrusion d'un support toile de verre. (type Sarnafil) à souder.
- Membrane PVC (armée ou non) haut de gamme à souder.
- Résine polyester avec fibres de verre et gelcoat.
- Membranes liquides à base de polyuréthane mono composant (type Imperaqua).

Comme pour un bassin d'ornement, il ne faut rien déposer (graviers, galets…) sur le fond du bassin. Le fond doit être lisse afin de favoriser l'évacuation des déchets par les bondes.

En dehors de l'EPD M et des membranes liquides mono-composant que vous pourrez poser par vous-même, la plupart des autres matériaux (membranes Sarnafil, membranes PVC,) nécessitent l'intervention d'une équipe de poseurs agréés par la marque, ou de poseurs professionnels (résine polyester avec fibres de verre).

La pose de la membrane est identique à celle d'un bassin d'ornement. Un feutre géotextile anti-poinçonnement de 300 à 500 g m² est recommandé en protection de la bâche, même en cas de réalisation maçonnée.

La plupart des membranes compatibles avec la vie aquatique sont de couleur sombre (noir, vert olive). Si vous optez malgré tout pour une membrane plus claire (vert d'eau, sable…) attendez-vous à ce que des algues et des petits dépôts viennent la recouvrir.

© Concept Aquatiss

Mise en place de la membrane liquide

Conserver la couleur initiale nécessite un entretien régulier. En l'absence de robots performants pour les baignades biologiques, il vous faudra utiliser l'huile de coude et peut-être vous bricoler un aspirateur maison.

Une attention toute particulière devra être faite lors de la pose des bondes de fond, des skimmers ou des passe-parois. Je conseille pour plus de tranquillité de sceller ces éléments avec du ciment à prise rapide avant la mise en place de l'étanchéité.

Saviez-vous que…

La plupart des accessoires pour la piscine ne se déclinent qu'en noir ou en blanc.

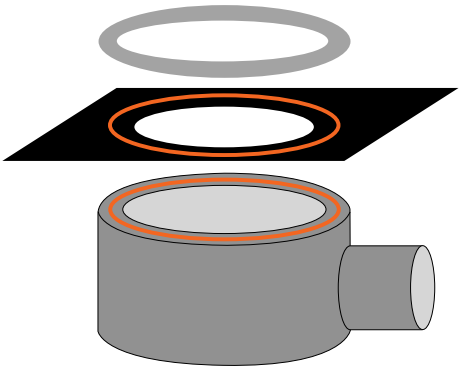
Scellement de la bonde de fond

La membrane ne se solidarise avec la bonde de fond, scellée dans le radier, qu'une fois parfaitement mise en place. Les plis et les angles arrangés et les rebords maintenus en place par du lest. La bâche ne doit plus pouvoir se soulever ou se déplacer en cas de vent.

La bride plastique est vissée (visserie en inox) afin de prendre la bâche en sandwich. Pour parfaire l'étanchéité, il est possible de déposer un boudin de mastic silicone (en orange sur le dessin) qui sera écrasé au serrage de la bride.

Il faut repérer au toucher, à travers la bâche, un trou de vis. La membrane bien en place enfoncer un petit clou dans le trou repéré. Positionner la bride, retirez le clou et enfoncer la première vis à moitié. Faire de même avec les autres vis. Finir le serrage des vis de manière uniforme et sans forcer ce qui conduirait à fragiliser la bride ou foirer le pas de vis.

La membrane ne sera découpée qu'en tout dernier lieu avec une lame tranchante (cutter ou rasoir).



Installation de la bonde de fond

Pour les skimmers, il faut les positionner le plus haut possible et face aux vents dominants. Nombre de baignades perdent de l'esthétisme à cause d'un skimmer placé trop bas, laissant apparaître la bâche dans la partie supérieure. Le skimmer doit être posé parfaitement de niveau pour pouvoir fonctionner correctement. L'inconvénient, c'est que vous devrez avoir une mise à niveau d'eau automatique afin de conserver toute l'efficacité du skimmer.

LA MISE EN EAU

Le remplissage du bassin s'effectue avec de l'eau dont la qualité est connue. L'eau du robinet reste souvent la plus utilisée. Relevez le compteur d'eau avant et après le remplissage pour connaître le volume exact du bassin. (Pensez à faire de même le jour du remplissage de la lagune).

En cas d'eau provenant d'un forage, il faudra vous assurer du taux de nitrates et de phosphates avant de l'utiliser pour la baignade. Afin de conserver un équilibre biologique, n'alimentez jamais votre bassin directement avec les eaux de toiture. L'eau de pluie décantée, après stockage en citerne, est cependant utile pour faire baisser pH et GH trop élevés.

Un pH plutôt neutre (entre 6,8 et 7,5) et un GH entre 8 et 12° allemands (dureté totale) permettent d'éviter la présence d'algues filamenteuses calcicoles. L'ammoniac et les nitrites doivent être à zéro, signe d'un bon équilibre biologique. Les nitrates seront en dessous de 12 mg/l et les phosphates maintenus en dessous de 0,5 mg/l toujours dans le but d'éviter la croissance des algues.

La plupart des eaux distribuées par les compagnies d'eau potable correspondent à ces spécifications. Vous pouvez par précaution vous munir d'un test (en gouttes ou bandelettes réactives) pour les nitrites, nitrates, le pH, le GH afin de suivre l'évolution de ces indicateurs dans le temps et également en cas de problème dans le bassin.

LES ACCESSOIRES

Les pompes

Les pompes utilisées doivent être aux normes piscines. Il existe maintenant de nombreuses gammes économiques en énergie.

De préférence auto-amorçantes, elles sont équipées par sécurité d'un préfiltre incorporé qu'il convient de vérifier régulièrement.

Dans certains cas, la pompe de filtration possède un débit adapté au bassin de baignade tout en étant trop élevé pour la lagune. Il faut alors prévoir en sortant de pompe un Y avec deux vannes. Cela permet par exemple d'alimenter la lagune avec un débit correct et dans le même temps une cascade, favorisant l'oxygénation.

À une vitesse trop élevée, la filtration biologique (cycle de l'azote) n'est pas efficace, les plantes n'ayant pas le temps de jouer leur rôle d'épuration.

En sortie de pompe on peut raccorder un appareil à lampe UV-C.

Raccords hydrauliques, sortie pompe de filtration et appariel UV-C

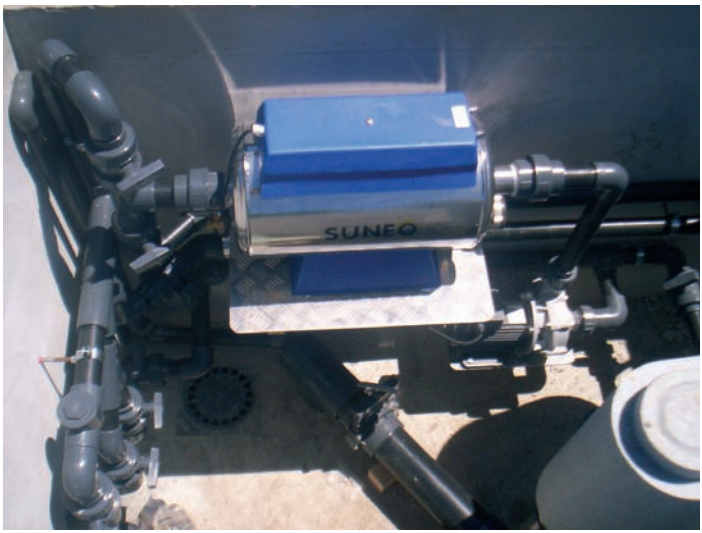
Les appareils UV

La lampe à ultraviolets : oui ou non ?

Vaste débat… Essayons déjà de comprendre le fonctionnement et l'impact des appareils UV-C sur le milieu naturel.

Ces appareils possèdent une chambre opaque au milieu de laquelle est installée une lampe émettant des rayons ultraviolets de type C.

L'onde courte UV, émise est appelée la bande « C » elle se situe entre 100 et 280 nanomètres. Dans la nature, la plupart des rayonnements C émis par le soleil sont détruits avant d'atteindre la terre. Pour la stérilisation, la courbe germicide idéale est située entre 240 et 280 nanomètres, avec une efficacité germicide maximale à 265 nanomètres.



Appareil UV-C

L'exposition aux rayons UV-C change les propriétés des cellules des tissus vivants, en particulier ceux des microbes. Le rayonnement UV-C rend les bactéries, les algues unicellulaires et les virus inoffensifs incapables de se multiplier.

Heureusement pour nous, les bactéries aérobies utiles pour l'équilibre biologique sont fixées sur les médias de filtration (tapis japonais, bioballes, Kaldness…) et surtout au niveau de la pouzzolane de la lagune.

LesappareilsUV-Cneperturbent pas la vie biologique au niveau du bassin de baignade. Les bactéries libres en suspension

ATTENTION

> Lors d'un ensemencement bactérien il faut débrancher électriquement l'appareil UV pendant 24 heures, le temps que les bactéries sporulées entrent en activité et se fixent sur les supports.

dans l'eau n'ont pas d'action biologique, leur destruction ne se fait pas ressentir au niveau de l'équilibre de l'eau.

Pour avoir une action efficace notamment contre l'eau verte (multiplication d'algues unicellulaires qui donnent à l'eau une couleur verte), l'appareil UV-C doit fonctionner vingt quatre heures sur vingt quatre et sept jours sur sept.

Installé généralement par précaution lors de la réalisation du bassin de baignade, l'appareil UV-C peut, après deux ou trois saisons, rester éteint durant toute la saison sans que cela ne nuise à la qualité visuelle et sanitaire de l'eau.

L'équilibre biologique atteint, le lagunage au maximum de son efficacité, le bassin est ainsi devenu capable de s'auto-réguler et d'empêcher tout « bloom algual ». Le lagunage de par son volume important de substrat de filtration permet de réagir rapidement en cas de déséquilibre momentané… Comment l'optimiser ?

Bloom algal

On appelle bloom algal l'apparition importante d'algues dans le bassin. Cela arrive au printemps ou en été en raison de l'augmentation du taux d'ensoleillement et du réchauffement de l'eau ou de fortes pluies estivales.

LA FILTRATION BIOLOGIQUE

C'est la clé de voûte du succès de votre réalisation. Il faut pour cela :

- Concevoir une circulation d'eau optimisée dans le bassin afin d'évacuer tous les déchets (au fond comme en surface).
- Installer dans un local technique un filtre mécanique (cuve de décantation, filtre à grille inox…) pour retenir tous ces déchets.
- Choisir un débit de pompe adapté au volume d'eau du bassin de baignade. (Les pompes, ainsi que tout le matériel électrique nécessaire au fonctionnement du bassin, doivent être

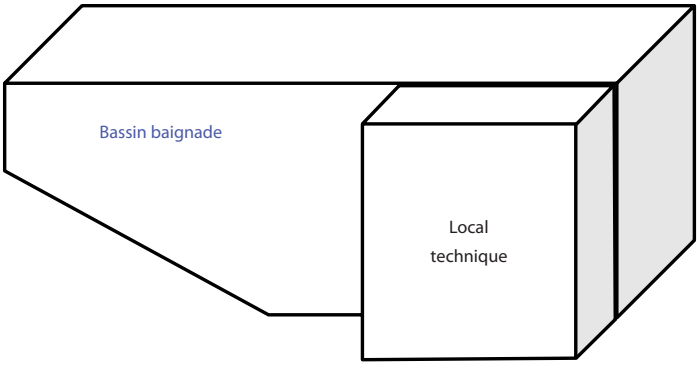
aux normes piscine. Cela exclut la quasi-totalité des pompes immergées disponibles actuellement sur le marché).

- Réaliser un lagunage, déporté, avec une surface en rapport avec le bassin et la quantité de déchets organiques à traiter. Lagune avec drains de répartition de l'eau et plantée avec plusieurs espèces végétales non envahissantes et reconnues pour leur utilité.
- Favoriser l'oxygénation de l'eau en sortie de filtration, lors du retour (cascade, larmier, débordements successifs…) dans le bassin de baignade.

La filtration de la piscine biologique doit fonctionner vingt-quatre heures sur vingt-quatre et sept jours sur sept pendant toute la durée de l'activité bactérienne et biologique. On considère que le seuil d'activité est atteint lorsque la température de l'eau est supérieure à 8 °C.

Tout d'abord quelques petits rappels utiles :

- Utiliser une pompe et du matériel aux normes piscines.
- La totalité du volume du bassin doit être filtrée toutes les trois à quatre heures.
- Il faut compter au maximum un débit entre 0,9 et 1 m^3/h par m^2 de lagunage.
- Une bonde de fond aspire sur une surface d'environ 4 m^2.
- Une bonde de fond avec un raccord PVC pression en diamètre 110 mm laisse passer un débit d'environ 8 m^3/h.
- Chaque bonde de fond doit être reliée directement au filtre par une canalisation en PVC pression diamètre 110 mm la plus courte possible et en évitant les coudes.
- Ne jamais raccorder plusieurs bondes de fond sur une même canalisation.
- Une préfiltration mécanique est obligatoire avant le lagunage.

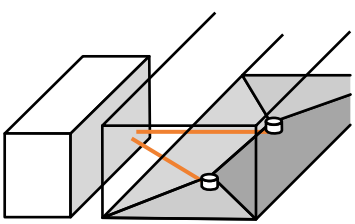


Bassin et local technique

LE PRINCIPE

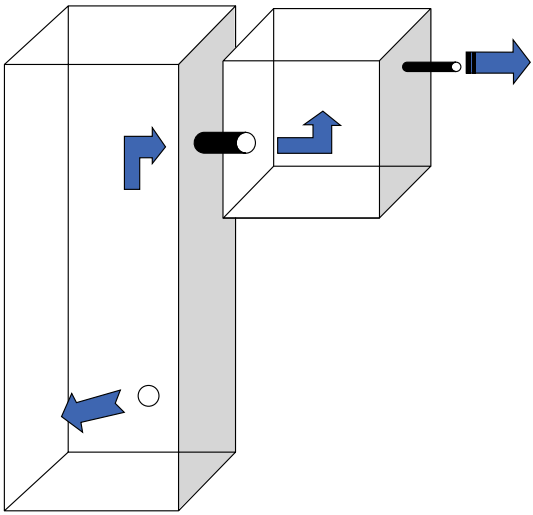
L'eau chargée des impuretés (bondes de fond et skimmers) arrive par gravité soit dans une chambre de décantation, soit dans un filtre mécanique.

La chambre de décantation, d'environ 1 x 1,5 m et aussi profonde que le bassin, qui permet la sédimentation des déchets. Elle est équipée d'une vanne de vidange en zone basse pour le nettoyage.



Liaison entre la bonde de fond et la cuve de décantation

Le filtre mécanique (filtre à grille) qui retient tous les déchets d'une taille supérieure à 200 µ par exemple. Ces filtres sont à entretenir de manière régulière pour éviter tout colmatage de la grille. La fréquence d'entretien du filtre mécanique varie selon le modèle et l'environnement de chaque bassin.



Chambre de décantation puis chambre de filtre mécanique

Après cette filtration mécanique, l'eau est redirigée au moyen d'une pompe piscine vers le lagunage qui traite la partie biologique de la filtration.

Dans un filtre complet qui assure à la fois le traitement mécanique et biologique de l'eau, ce qui permet dans certains cas (bassins de baignade de petit volume) de se passer de lagunage.

LA CHAMBRE DE DÉCANTATION

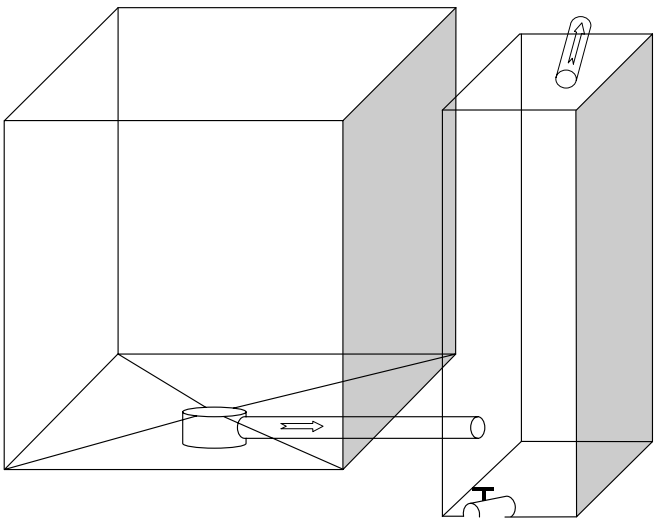
L'avantage de la chambre de décantation est de nécessiter que très peu d'entretien. Cette cuve a comme particularité d'être

aussi profonde que le bassin, ce qui permet de relier en direct les canalisations alimentées par les bondes de fond et d'éviter les pertes de charge liées à des coudes successifs.

Les dimensions sont adaptées au débit de la pompe. Il faut que les particules aient le temps de sédimenter dans le fond de cette cuve avant que l'eau ne soit aspirée. Les surfaces de la chambre seront de :

- 1 x 1,5 m pour un débit < à 6m³/h
- 1x 2 m pour un débit entre 7 et 14m³/h
- 1,5 x 2 pour un débit > 15m³/h

La chambre de décantation peut être de dimensions plus modestes si elle est raccordée à une ou des chambres de filtration mécanique de plus petite profondeur et équipées de matériaux filtrants : brosses, tapis japonais, bioballes… Le passage de l'eau d'un compartiment à l'autre se réalise au moyen de passe-parois en diamètre 110 mm.



L'eau arrive dans la chambre de décantation.

Le dernier compartiment est relié à la pompe par un tuyau PVC pression en 50 ou 63 mm en fonction du diamètre maximal autorisé sur l'entrée de la pompe.

Cette installation peut être remplacée par un simple filtre à grille inox 200 ou 300 µ. Alimentés en mode gravitaire, ces filtres (type Ultra Sieve 200 µ) sont équipés d'une ou deux entrées en diamètre de 110 mm.

Capables de supporter un débit de 20 m³/h ils sont très performants. Les déchets en suspension dans l'eau sont éliminés avant le début de leur décomposition limitant l'apport de matières organiques dans le bassin.

LE LAGUNAGE UNE MÉTHODE RÉVOLUTIONNAIRE ?

Moderne, révolutionnaire ? Non rien de tout cela ! Dérivé des procédés d'épuration des eaux domestiques ou industrielles, ce principe permet de filtrer l'eau grâce à l'action combinée des supports bactériens et des plantes aquatiques.

Dans les stations d'épuration, le lagunage intervient toujours en dernière phase, avant le rejet des eaux dans le milieu naturel. Au préalable les déchets présents dans l'eau sont éliminés par :

- le dégrillage (qui retient les gros déchets) ;
- le tamisage (filtrant les éléments plus fins) ;
- le dessablage (étape qui permet de recueillir la terre et le sable) ;
- le déshuilage (qui enlève toutes les matières grasses).

Ensuite la décantation primaire permet de recueillir sous forme de boues la majorité des matières en suspension (MES).

Le traitement biologique de l'eau transforme les matières organiques polluantes en matières minérales stables (nitrates, phosphates, carbonates). Cette opération s'effectue sur des lits

bactériens (sur supports poreux) ou par le biais d'agitation ou d'aération.

Ces étapes correspondent, au niveau de la filtration du bassin de baignade, à la décantation et à la filtration mécanique.

En épuration industrielle les traitements physico-chimiques permettent de compléter l'épuration de l'eau. Il peut s'agir de floculation (précipitation des MES), de centrifugation (si décantation des MES faible), de filtration (MES peu nombreuses). Le traitement des MES par oxydation et réduction chimique ou par osmose inverse permet d'atteindre une épuration à 90 %.

Le reste est traité par épuration naturelle. Ce n'est donc qu'à ce moment qu'intervient le lagunage qui nous intéresse dans cette section.

Cette technique d'épuration s'est développée en France dans les années 1970. Le principe de traitement se base sur des temps de séjour assez long dans des bassins. L'épuration par lagunage est réalisée grâce à un équilibre biologique auquel participent des bactéries, des enzymes, du zooplancton et des plantes aquatiques (lagunage à macrophytes).

Les bactéries (micro-organismes de très petite taille) assimilent la matière organique et rejettent du CO_2, des matières solubles tout en consommant de l'oxygène. Les bactéries qui nous intéressent sont donc situées dans des surfaces aérobies (présence d'air apporté par l'eau).

Les zooplanctons, animaux de petite taille (daphnie, cyclopes...) se nourrissent en filtrant l'eau et prolifèrent en période chaude.

Les plantes (macrophytes) ont un rôle de support filtrant et d'assimilation des formes minérales de l'azote, du phosphore et de certains métaux lourds.

MEMO

En limitant la présence de plantes dans le bassin de baignade, on réduit également l'apport de substances nutritives. La terre, des paniers de plantation, favorise souvent la pousse des algues.

UN BASSIN INDÉPENDANT

Le lagunage consiste en un bassin de préférence indépendant du bassin de baignade. Pour être efficace en termes de filtration biologique, il ne peut, à mon avis, se résumer à des plantations situées sur des zones de berge immergée.

Une situation en retrait évite également que les feuilles des plantes du lagunage tombent dans la partie baignade, limitant ainsi l'entretien.

L'efficacité du lagunage dépend de l'optimisation de la circulation de l'eau à la suite du filtre mécanique. Le lagunage devient une zone bio-réactive grâce au passage homogène d'un faible courant, réparti uniformément sous la totalité de la lagune grâce à un réseau de drains.

Le passage de l'eau à travers le substrat, généralement de la pouzzolane, apporte aux bactéries, présentes dans les porosités de la pierre, l'oxygène nécessaire à la transformation des déchets organiques résiduels.

La circulation de l'eau apporte également aux plantes aquatiques les matières nutritives (nitrates et phosphates issus de la décomposition des matières organiques par les bactéries) nécessaires à leur croissance. Dans le même temps, quelques espèces végétales retirent de l'eau les métaux lourds et fixent au niveau de leurs racines les bactéries pathogènes.

INFO

> La pouzzolane ou pierre de lave, est une roche volcanique, rouge sombre qui offre une neutralité vis à vis du biotope et une porosité importante (surface de contact et de colonisation maximale par rapport à la surface lisse du gravier, des galets...).

Le lagunage de la baignade biologique a donc plusieurs rôles :

- décoratif en tant qu'écran végétal diversifié avec la présence de nombreuses plantes florifères et ornementales (cela permet de joindre le plaisir à l'utile) ;

- biologique, grâce au développement d'un biofilm efficace au niveau du substrat dans la transformation des déchets organiques ;
- régulateur grâce à l'action des plantes qui retirent les substances azotées, les phosphates, favorisant la pousse des algues filamenteuses dans le bassin, ainsi que les « mauvaises bactéries ».

L'essentiel pour la lagune est donc de permettre, à la fois une parfaite implantation des végétaux ainsi que leur épanouissement : en effet, elle leur assure l'apport nutritif indispensable permettant d'obtenir la meilleure qualité visuelle et sanitaire possible de l'eau de baignade.

LES DIMENSIONS

Les dimensions, le volume de la lagune ne sont pas standardisés et malheureusement il n'est guère possible d'établir une règle qui puisse s'adapter à toutes les réalisations et à toutes les régions.

Le lagunage, bassin à part entière, ne réagit pas de la même façon dans le Sud de la France que dans le Nord. L'ensoleillement, la chaleur de l'eau, sa sollicitation biologique par le bassin de baignade diffèrent fortement.

Seule certitude : une profondeur uniforme de 50 cm est suffisante. Au-delà, il devient plus difficile de maîtriser correctement la circulation de l'eau et le risque de création de zones anoxiques augmente (zones sans oxygène favorisant les bactéries pathogènes et les fermentations gazeuses).

Pour bien faire, l'eau devrait être présente 5 à 8 cm en

CONSEILS

> Je déconseille la présence d'eau au-dessus de la pierre de lave. Celle-ci favorise le développement des larves de moustiques. Un envahissement rapide par des algues filamenteuses est également à attendre.

dessous de la pouzzolane. Cela évite les inconvénients cités ci-dessus et permet de réduire considérablement l'évaporation liée à la lagune.

Le lagunage exige une surface au sol importante : un bassin natatoire de 20 m³ peut nécessiter une lagune de 16 m². On donne souvent comme indication de départ que la lagune doit faire entre 50 et 100 % de la surface du bassin. Pour valider ces données vous devez pouvoir comparer différentes réalisations situées dans votre région.

Un lagunage trop petit (constatations après une première saison complète de fonctionnement) se traduit par un équilibre précaire du bassin, la présence massive d'algues, des plantes aquatiques exubérantes, une qualité visuelle de l'eau insatisfaisante.

Un lagunage trop grand a pour inconvénient une mauvaise implantation des végétaux qui souffrent alors d'un manque de nourriture. Les plantes sont petites, chétives, le feuillage chlorosé.

Réussir sa lagune est assez simple maintenant que vous maîtrisez les tenants et aboutissants de ce filtre biologique performant.

Un terrassement sommaire sur 50 cm de profondeur, une protection intérieure et extérieure de votre membrane (feutre anti-poinçonnement de 300 à 500 gr/m²) suffisent.

OPTIMISER LA CIRCULATION DE L'EAU

Afin d'optimiser la circulation de l'eau dans le lagunage, le tuyau de refoulement de la pompe sera raccordé à un système de drains déposés au fond de la lagune. Suivant la forme de la lagune, il pourra s'agir soit de drains agricoles souples (tuyau spiralé jaune pré-percé) soit de drains en PVC rigide (type à fentes pour l'épandage des fosses septiques en diamètre 100 mm).

L'extrémité des drains est fermée par une vanne, accessible depuis un regard béton et raccordée à une évacuation. En effet, il peut être nécessaire, en cours de saison, de purger les drains.

Les drains sont espacés de 50 à 80 cm environ, ils irriguent 80 % de la surface de la lagune. Ils s'arrêtent à 1 m - 1,5 m de la zone de débordement (retour de l'eau filtrée dans le bassin).

Afin de prévoir le bon différentiel de niveau entre le niveau maximum de la lagune et la surface du bassin, il faut prendre en compte le fait qu'une fois rempli en pouzzolane, le débordement s'effectue 2 à 3 cm au-dessus du repère noté lorsque le bassin est vide.

Larmier et retour de lagune

Au-dessus des drains sont déposés 30 cm de pouzzolane en grosse granulométrie (blocs de 60 à 120 mm de diamètre) puis 20 cm de pouzzolane en granulométrie plus fine (de 15 à 25 mm de diamètre).

La pouzzolane sera rincée avant sa mise en place afin d'éviter d'envoyer des particules solides rouges dans le bassin et de donner à l'eau une coloration rouge. La coloration de l'eau toutefois reste temporaire et n'a pas de conséquence sur le biotope. Il existe aussi sur le marché de la pouzzolane dépoussiérée et séchée.

Le débordement s'effectuera :

- soit au moyen d'un passe-paroi raccordé à une canalisation qui débouche dans un ruisseau, une cascade… alimentant le bassin de baignade,
- soit au moyen d'un larmier si le lagunage est situé à proximité immédiate. Dans ce dernier cas, il faudra prévoir une différence de hauteur supérieure à 15 cm afin d'obtenir une lame d'eau avec un effet esthétique intéressant.

LES INCONVÉNIENTS

Le lagunage planté augmente le phénomène naturel d'évaporation. L'évapotranspiration des plantes aquatiques en parallèle du cycle de la photosynthèse est à prendre en compte.

Autre inconvénient de taille à attendre en cas de mauvaise conception : le colmatage (sédimentation des particules en suspension) des supports de plantation au bout de quelques années.

Si nettoyer un filtre de 200 L ou plus en retirant des filets remplis de matière filtrante, des mousses, est possible, il est inconcevable de retirer puis de nettoyer plusieurs milliers de litres de pierre de lave en vrac... et recouverts de plantes pour compliquer la tâche. Il faut bien en prendre conscience : toute action d'entretien est impossible.

4 Le guide des plantes

QUELLES ESPÈCES CHOISIR ?

La question paraît au premier abord simple, mais en y regardant de plus près on s'aperçoit vite qu'il ne s'agit pas ici, dans le cadre de la baignade biologique, d'un lagunage composé d'une simple roselière (roseaux commun - phragmites australis).

La lagune est destinée à être aussi utile que décorative, tout cela sans recourir à un entretien fastidieux au bout de plusieurs années par suite d'un choix de plantes inadaptées.

Les plantes envahissantes

Au titre des plantes à éviter absolument dans un lagunage décoratif figurent toutes les plantes envahissantes possédant un système racinaire traçant (rhizomes) :

Carex nigra

Carex riparia

- Carex nigra, Carex riparia et autres espèces de laîches à stolons envahissants. Ces variétés sont extrêmement traçantes et finissent par envahir toute la lagune en deux ou trois ans seulement.
- Cyperus longus ou faux souchet. Cette plante, en zone tempérée à chaude, devient vite très envahissante. Possibilité de l'utiliser en panier de plantation ajouré directement en zone de berge dans le bassin de baignade. Cette plante produit, à travers les mailles du panier, une grande quantité de chevelu racinaire de couleur noire qui puise dans l'eau les éléments nutritifs nécessaires à sa croissance.

Cyperus longus

- Phragmites australis et toutes variétés panachées du roseaux possèdent des rhizomes envahissants qui peuvent arriver à percer les membranes d'étanchéité, s'ils se retrouvent coincés dans un angle ou un pli de bâche, par exemple.

Phragmites australis

- Typha latifalia, Typha angustifolia et toutes les grandes variétés de massette qui poussent de manière incontrôlée et se déplacent dans la lagune en laissant derrière elles quantité de matières nutritives (rhizomes morts).

Typha latifalia

- Zizania latifolia et autres espèces de zizanie aquatique.

Typha latifalia et zizania aquatica

Ces plantes à développement rapide, étouffent toute autre forme de vie végétale. Leur système racinaire très développé, bien qu'excellent pour l'épuration, arrive très rapidement à colmater la lagune et empêche la bonne circulation de l'eau. Au bout de deux, trois ans, votre lagune n'est plus qu'un seul bloc compact.

Elles finissent par produire une grande quantité de déchets au niveau des racines et des rhizomes, enrichissant dans un premier temps le milieu, au lieu de l'épurer. Puis, après six à sept ans, les plantes finissent

L'eutrophisation...

On appelle eutrophisation de l'eau l'accumulation de débris organiques. Dans des eaux stagnantes, l'activité métabolique des habitants tend en effet à appauvrir les eaux en termes d'oxygène.

par dégénérer petit à petit, laissant en place, sous la pouzzolane, un réseau inextricable de plusieurs couches de rhizomes qui ont tout envahi. Le milieu s'eutrophise, les algues reviennent.

De plus, d'un point de vue esthétique, les grandes espèces (phragmites, typha) ne s'intègrent pas parfaitement au jardin. Leur tenue face au vent est très mauvaise.

Les plantes adaptées

Il nous faut donc choisir entre efficacité et respect, adaptation à nos spécificités. Voici une liste de plantes adaptées à la lagune d'ornement. Plantes aux propriétés épuratives reconnues et au mode de vie respectant le reste de la végétation :

Acorus calamus forme variegatus, l'acore odorant panaché. Une plante assez discrète dont le rhizome avance lentement années après années. Feuillage décoratif en début de saison (feuilles panachées de vert, blanc et rouge).

Acorus calamus

Acorus calamus variegatus

Alisma plantago, Alisma parviflora. Plante vivace qui se ressème facilement. Peu envahissante si l'on prend soin de couper les grandes tiges florales (de 70 à 120 cm de hauteur), supportant une multitude de petites fleurs blanches en fin de floraison. Une plante à la croissance très rapide dès le milieu de printemps, aux fonctions épuratives intéressantes. Joli feuillage vert tendre qui disparaît rapidement à la fin de l'été.

Alisma plantago

Alisma parviflora

Butomus umbellatus ou jonc fleuri, une plante agréable par son feuillage gracile (de 50 à 80 cm de hauteur) et ses ombelles roses à la fin du printemps. Une plante qui nécessite beaucoup de matières nutritives pour s'épanouir. Déconseillée en l'absence de poissons.

Butomus umbellatus

Caltha palustris, le populage des marais est intéressant pour son démarrage végétatif dès la fin de l'hiver. Cette précocité permet d'optimiser le fonctionnement de l'épuration dès les premiers jours du printemps. Plante basse (moins de 30 cm de hauteur) de premier plan offrant une floraison printanière jaune éclatant. La végétation disparaît rapidement en milieu d'été. Il existe une variété blanche (alba) remontante intéressante pour un cycle d'activité biologique plus long dans la saison.

Caltha palustris

Caltha palustris Alba

Carex grayi, Carex muskingumensis, Carex pseudocyperus. Ces trois espèces de laîches (famille des graminées) offrent des couleurs, des feuillages et des fructifications intéressantes (surtout C. grayi et C. muskingumensis) tout au long de l'année. Installer ces plantes (de 60 à 80 cm de hauteur) en touffe plutôt en arrière-plan ou au centre de la lagune. Ces espèces ne forment pas de stolons envahissants et restent donc très faciles à contrôler, même au bout de dix ans.

Carex grayi

Carex muskingumensis

Glyceria maxima ssp variegata. La glycérie panachée peut parfois se montrer envahissante, cela n'a cependant jamais été le cas pour les réalisations que j'ai pu suivre. Le feuillage vert et blanc est très décoratif (de 20 à 60 cm de hauteur) pendant toute la saison de végétation qui est très longue.

Hippuris vulgaris ou sapin d'eau. Cette plante souvent classée comme plante oxygénante possède également un feuillage émergé qui ressemble après quelques mois à une minuscule forêt de sapins miniatures (15 à 20 cm de hauteur). Elle convient

pour un premier plan ou au niveau du débordement du lagunage. Son rôle épuratif est très important.

Glyceria aquatica variegata

Hippuris vulgaris

Iris pseudacorus, Iris versicolor : deux variétés d'iris aquatiques décoratifs. Attention, de nombreuses variétés d'iris de bassin ne s'adaptent pas à un contact permanent des racines dans l'eau. Leur floraison est printanière ; elle sera jaune pour l'iris des marais, violette ou bleue plus estivale pour l'iris versicolor. Il existe de nombreux cultivars qui conviennent également pour l'utilisation en lagune. Il faudra laisser suffisamment de place autour, les touffes deviennent vite imposantes (de 60 à 100 cm de hauteur), tout en restant florifères.

Iris pseudacorus

Iris versicolor

Juncus ensifolius, Juncus glaucus, ces variétés de jonc sont intéressantes pour leur feuillage. Le jonc ensifolié forme un tapis vert

clair entre 15 et 30 cm de hauteur selon la nourriture disponible. Il s'étend années après années sans devenir envahissant. Le jonc glauque au feuillage persistant bleuté sombre (40 à 50 cm de hauteur) permet d'apporter un peu de graphisme dans la lagune. Cette plante forme de belles touffes compactes en vieillissant.

Juncus ensifolius

Juncus glaucus

Mentha aquatica, bien que traçante, la menthe aquatique pourrait être placée dans la liste des plantes envahissantes. Elle ne l'est pas, car ses rhizomes restent en surface ce qui permet un contrôle et un arrachage facile en cas de besoin. Ses excellentes propriétés épuratives compensent un entretien plus important mais facile. Sa floraison estivale est importante (30 à 40 cm de hauteur), bleue ou blanche. C'est une plante médicinale et mellifère attirant de nombreuses espèces d'insectes (abeilles, papillons…).

Mentha aquatica

Mimulus guttatus, le mimulus a comme avantage de pousser très vite et d'occuper l'espace libre. Belle floraison jaune qui se renouvelle toute la saison. Gros inconvénient : Il se ressème abondamment, devenant envahissant par la même occasion. L'arrachage reste facile, même sur des grosses touffes. Plante à surveiller. Pouvoir d'épuration et d'absorption des métaux lourds intéressant en lagunage.

Mimulus guttatus

Menyanthes trifoliata, le trèfle d'eau à la particularité de parcourir la lagune en surface. Ses longues racines blanches très peu divisées naissant à chaque nœud du rhizome superficiel vont puiser dans l'eau les substances nutritives nécessaires à sa jolie végétation aux feuilles souples trilobées (de 15 à 30 cm de hauteur). Sa floraison printanière blanche est également très décorative.

Menyanthes trifoliata

Oenanthe aquatica variété variegata, l'oenanthe aquatique panachée est une ombellifère intéressante pour son feuillage aux couleurs irisées et ses inflorescences estivales blanches.

Oenanthe aquatica

Preslia cervina : autre famille de menthe, celle-ci n'est pas envahissante. La végétation est de hauteur moyenne et n'excède pas 30 cm. Elle reste groupée et offre une jolie floraison estivale bleue ou blanche. C'est une plante mellifère.

Preslia cervina

Ranunculus flammula, la petite douve est une plante tapissante très intéressante pour son aspect couvre-sol. Petite végétation de surface (hauteur de 5 à 15 cm), sa floraison est jaune et de longue durée.

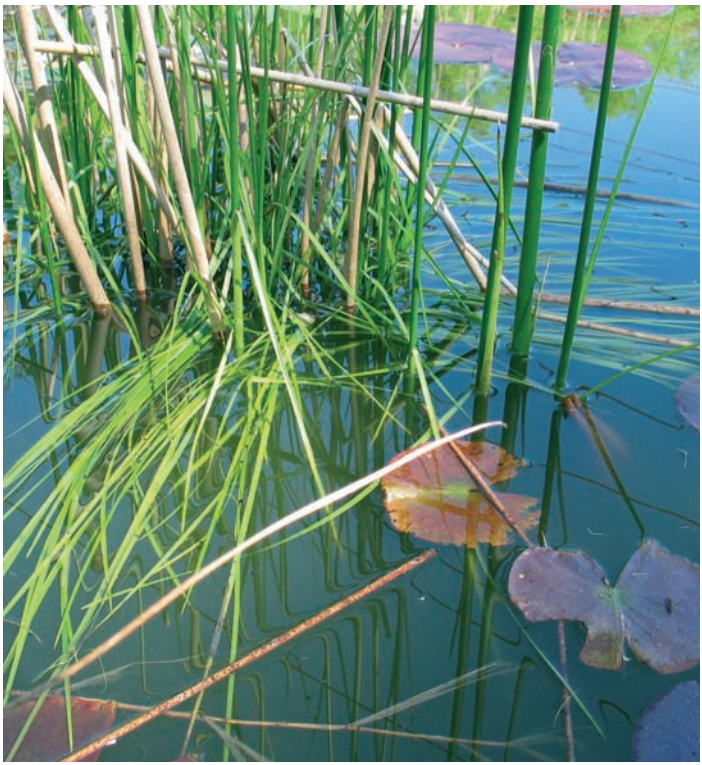
Ranunclus flammula

Sagittaria sp. : les différentes espèces de sagittaires sont incontournables en lagunage. Ces plantes très décoratives font partie des rares plantes supérieures (en opposition aux plantes inférieures de type algue) capables d'assimiler directement les phosphates. Une complémentarité très recherchée dans la lutte contre les algues filamenteuses. Leur végétation est tardive mais rapide, leurs bulbes se multiplient en fin de saison. Leur floraison est blanche, leurs fleurs simples ou doubles selon les cultivars. Leur feuillage est sagitté (feuilles en forme de flèches) d'une hauteur entre 20 et 40 cm.

Saururus cernuus, ou queue de renard. Après avoir longtemps hésité à planter cette espèce en lagune, les derniers essais depuis quatre ans montrent une adaptabilité remarquable. La végétation est superbe, la floraison assez discrète est composée d'inflorescences incurvées blanches qui durent longtemps. Elles ont de très bonnes fonctions épuratives.

Saururus cernuus

Scirpus lacustris var. albescens : le jonc panaché, avec ses rhizomes traçants ne convient pas pour la lagune. Cependant, planté en conteneur fermé directement dans le bassin de baignade, cette plante lumineuse, aux formes épurées, pouvant dépasser les 2 m de hauteur apporte une touche graphique verticale originale. Le jonc des tonneliers supporte une immersion profonde (0,8 à 1,5 m de profondeur). Il faudra prévoir un contenant lourd avec une base large (type buse béton), car les vents violents ont tendance à renverser les potées.



Scirpus lacustris var. albescens

Les plantes flottantes

Eichhornia crassipes, la jacinthe d'eau est surprenante d'adaptation. En la plantant directement dans la lagune en prenant soin à ne pas casser ses racines à la superbe couleur violette, vous obtiendrez une plante épurative saisonnière de premier choix. Idéale pour compléter un endroit sans végétation les premières années. Exposée plein soleil, vous serez peut-être gratifiés d'une

Tableau récapitulatif

Nom des plantes	Utilité	Attrait	Prof.	Remarques
Acorus calamus variegatus	25	85	- 10	Variété panachée très décorative
Alisma sp	25	65	- 15	Se ressème facilement
Aponogeton distachyos	35	100	- 30	Supporte l'ombre, colonise facilement
Butomus umbellatus	50	80	-10	Ombelle rose décorative
Caltha palustris	30	100	- 5	Floraison et végétation printanière
Carex sp.	30	50	- 5	Bonne colonisation
Cyperus longus	50	75	- 15	Forte colonisation
Glyceria maxima	75	75	- 10	Bonne croissance
Hippuris vulgaris	85	75	-30	Feuillage original
Iris pseudacorus, versicolor	50	100	- 20	Floraison printanière
Juncus sp.	50	70	- 10	Forme des touffes assez compactes
Mentha aquatica	75	75	- 10	Floraison estivale
Menyanthes trifoliata	75	75	- 15	Floraison printanière
Oenanthe aquatica variegata	70	70	- 15	Variété à feuillage panaché

Phalaris arundinacea	70	50	- 15	Bonne colonisation
Phragmites australis et var.	70	60	- 10	Feuillage panaché intéressant
Plantes flottantes	90	90	0	(Eichhornia, Pistia, Lemna, Trapa ...)
Plantes oxygénantes	100	50	-50	(Elodées, Tillae, Myriophyllum ...)
Preslia cervina	50	70	- 10	Floraison abondante bleue (ou blanche)
Ranunculus flammula et lingua	80	80	- 15	Floraison jaune
Sagittaria sp.	80	100	- 15	Déphosphatante, floraison blanche
Saururus cernuus	70	80	-15	Feuillage intéressant
Scirpus lacustris et var.	50	100	- 50	Variétés panachées très décoratives
Stachys palustris	80	100	- 10	Bonne colonisation
Typha sp.	70	90	- 15	Forte colonisation
Typha minima et latifolia var.	70	90	0	Ne supporte pas l'immersion
Zizania latifolia	70	90	- 15	Grande végétation (2 mètres)

magnifique floraison aux couleurs délicates. Cette plante tropicale est à enlever de la lagune après les premiers coups de gel.

Eichhornia crassipes

Les plantes décoratives

À titre purement décoratif, on peut ajouter d'autres espèces aquatiques…

Pontederia cordata, ou pontederie à feuille en cœur éclaire la lagune de sa longue floraison bleue, estivale. L'espèce P. lanceolata, plus haute, de 60 à 100 cm, ne convient pas pour la lagune.

Nymphaea sp., les nénuphars trouvent leur place dans le bassin de baignade. Plantés en conteneurs ajourés, ils acceptent selon les variétés des hauteurs d'eau entre 30 à 120 cm au-dessus du panier. Choisir des espèces florifères au feuillage peu abondant pour éviter l'excès de matières nutritives dans le bassin. Ces plantes gourmandes nécessitent un substrat riche et quel-

ques apports d'engrais (pastille soluble à diffusion lente) durant la période de floraison.

Pontederia cordata

Voici une petite sélection de variétés intéressantes et rustiques :

Nymphaea aurora : cette plante a un petit développement, son feuillage est vert et rouge et sa floraison orangée.

Nymphea aurora

Nymphaea escarboucle : son développement est moyen à important, son feuillage est vert et rouge, aux grandes fleurs rouges.

Nymphea escarboucle

Nymphaea James Brydon : son développement est petit, son feuillage vert sombre, sa floraison rouge carmin en forme de tasse (la fleur ne s'ouvre jamais complètement).

Nymphaea Joey Tomacik : c'est une plante aux belles fleurs jaunes s'épanouissant 5 à 8 cm au-dessus de l'eau.

Nymphea Joey Tomacik

Nymphaea Rose Nymphe, extrêmement florifère. Floraison passant du rose vif au blanc. Développement moyen à important.

Nymphea Rose Nymphe

COMMENT PLANTER DANS LA LAGUNE ?

Il est évident que les végétaux seront plantés sans ajout de terre, directement dans la pouzzolane avec la motte d'origine pour favoriser une bonne reprise. Le collet de la plante sera situé au niveau de l'eau soit 4 à 5 cm sous la surface. Il faut espacer les plantes en fonction de leur vivacité et ne pas hésiter à planter des espèces couvre-sol (Ranunculus flammula, Lysimachia nummularia, Mentha pulegium), entre les espèces de grande taille.

Ces plantes ne nécessitent aucun entretien particulier en cours de saison en dehors de la suppression des fleurs fanées pour les espèces envahissantes. À l'automne, au fur et à mesure de l'arrêt de la végétation des espèces, vous pouvez couper les parties mortes au raz de la surface.

Lagune plantée depuis un mois

Lagune plantée depuis un an

Les tiges des graminées offrent un spectacle intéressant l'hiver en période de givre. Il est alors possible de faire un nettoyage complet unique, à la cisaille, à la fin de l'hiver avant la reprise de végétation des plantes aquatiques.

Le dessus du lagunage n'étant pas en eau, vous pouvez marcher sur la pouzzolane sans problème en période de repos végétatif, l'entretien est vraiment simplifié.

L'EMPOISSONNEMENT

Il est possible d'introduire des poissons dans les baignades biologiques. Je le recommande fortement lorsque des plantes aquatiques sont présentes dans le bassin (zones de berge immergées, nénuphars…).

Bien sûr, il ne s'agit pas de mettre n'importe quelle espèce et en n'importe quelle quantité. En fonction du volume du bassin, il peut être accepté, à l'exclusion de toute autre espèce :

- un groupe de trois à quatre carpes Koï ;
- un banc de cinq ides mélanotes, poisson insectivore aux couleurs ornementales (orangée ou bleutée selon le type).

Les poissons jouent un rôle important dans la lutte anti-moustique et évitent la venue d'autres insectes aquatiques indésirables. Les déchets des poissons permettent également de maintenir une activité bactérienne de qualité dans la lagune.

Il est nécessaire d'attendre un mois après le remplissage avant de mettre les premiers poissons.

5 Entretenir sa baignade...

L'équilibre de la baignade reposant sur un processus naturel, biologique, il convient de proscrire tout produit chimique anti-algues ou appareil électronique libérant du cuivre dans le bassin.

N'utilisez pas non plus dans votre bassin de produits correctifs de l'eau à usage des piscines abiotiques. Vous encourez le risque de retrouver vos poissons morts et bien plus conséquent, l'ensemble de l'activité bactérienne et de l'équilibre biologique réduit à zéro. Une partie des plantations peut également être détruite.

Vous pouvez utiliser, en début de saison, des produits biologiques : bactéries sporulées (en poudre) ou encore mieux vivantes (en spray) permettant d'accélérer l'activité bactérienne dans la lagune.

N'utilisez pas de produits chimiques à proximité du bassin : pesticides, insecticides, engrais gazon, désherbants… Attention à la direction du vent en cas de traitement.

Les propriétaires de baignades naturelles sont unanimes et reconnaissent que pour obtenir une zone de baignade propre, ce type de réalisation exige plus de présence et d'entretien qu'une piscine traditionnelle.

Vous devez particulièrement être vigilant aux points suivants :

- les déchets des plantes aquatiques à enlever et le nettoyage des paniers des skimmers,
- la suppression des algues glissantes et disgracieuses sur les parois,
- le nettoyage des zones de plage,
- le brossage des pierres et des marches en bois rendues glissantes par les algues…

Pour qui veut une baignade parfaitement propre, c'est en général un minimum d'entretien tous les deux ou trois jours en saison.

PISCINE NATURELLE ET PISCINE EN ÉTANG...

C'est là, tout le paradoxe de la baignade naturelle et l'acceptation ou non de se baigner dans un cadre, qui au niveau des perceptions visuelles, olfactives et kinesthésiques, ressemble plus à celui de la baignade en étang qu'à celui d'une piscine abiotique.

L'ENTRETIEN DE LA FILTRATION

Côté entretien il suffit de purger les déchets accumulés en bas de la grille du filtre ou de la décantation en ouvrant une vanne. Certains modèles de skimmers sont équipés de flotteurs qui autorisent une variation du niveau de l'eau dans le bassin pouvant aller jusqu'à 10 cm.

Il est primordial de stopper tous les déchets avant la lagune afin d'éviter son colmatage au bout de quelques saisons. Une filtration mécanique mal conçue conduit inexorablement à une baisse du débit dans la lagune qui se bouche, l'eau ne s'écoule plus correctement, la pompe force… on va droit à la catastrophe.

Des bassins de baignade (jusqu'à 30 m³) fonctionnent également avec une filtration mécanique et biologique autonome (sans lagunage).

Les filtres à lit fluidisés (type Nexus) obtiennent d'excellents résultats aussi bien en termes de filtration mécanique que de filtration biologique. Son principe est simple.

L'eau arrive dans une première chambre contenant des médias filtrants statiques (petits cylindres ajourés de type Kaldness). Agissant comme une chambre de décantation, les saletés les plus lourdes s'accumulent en partie basse.

L'eau débarrassée de ses déchets arrive ensuite dans une seconde chambre où elle se retrouve en contact avec les mêmes médias. Ces petits cylindres sont mis en mouvement par apport d'air au moyen d'une pompe à air puissante : 3000 l/h. Cette agitation en présence d'air est propice au développement du biofilm sur les médias. La filtration biologique est ainsi optimisée.

L'eau retourne ensuite au bassin via la pompe de filtration (maxi 15 m^3/h).

L'ENTRETIEN DU LAGUNAGE

Pour être efficace, le lagunage doit fonctionner en permanence vingt quatre heures sur vingt quatre et sept jours sur sept en saison.

Si le bassin est équipé de zones d'aspiration près de la surface, le lagunage peut rester actif l'hiver en réduisant le débit de la pompe. Cela permet d'une part d'éviter la formation de glace sur une partie du bassin et d'autre part de maintenir un minimum d'activité biologique. En dessous de 5° C (température de l'eau) l'activité des bactéries est stoppée. En dessous de 8° C l'activité reste très faible. À partir de 10° C la filtration retrouve un bon rythme.

L'entretien de la lagune passe par l'ajout de bactéries hétérotrophes au démarrage, puis en cours de saison. Ces bactéries vont ainsi éviter tout colmatage par des matières organiques en suspension dans l'eau.

Bien sûr, il faut contrôler régulièrement le pH et les autres caractéristiques de l'eau pour s'assurer une bonne qualité sanitaire.

PARTIE 3

ANNEXES

6 Glossaire

A

Absorption : L'absorption est la rétention d'un composé à l'intérieur d'un solide.

Acide : Se dit d'une eau ou d'une terre dont le pH est inférieur à 7. Une eau est dite acide lorsque le pH est situé entre 4 et 5.

Adsorption : Propriété active du charbon de bois (grains) qui fixe à sa surface des molécules organiques (goûts, odeurs, pesticides, restes de traitements médicamenteux...) d'une manière plus ou moins réversible. En cas de surcharge, toutes ces molécules peuvent être relarguées instantanément.

Aérobie : Terme désignant un organisme ayant besoin d'oxygène pour vivre et se développer (bactéries par exemple).

Aérobiose : Conditions d'un milieu riche en oxygène (ou en air) qui permettent une dégradation de la matière organique dégageant du gaz carbonique et de l'eau, le résultat de cette dégradation est la production de compost.

Ajutage : Accessoire se fixant sur une pompe afin de donner à l'écoulement de l'eau une forme particulière.

Alcalin : Se dit d'une eau ou d'une terre dont le pH est supérieur à 7.

Algue : Plante photosynthétique sans racine ni feuille ni tissu vasculaire.

Altération d'un biotope aquatique : La dégradation du biotope se définit par sa nature (physique, organique, toxique, bactériologique...) et les effets engendrés (eutrophisation, asphyxie, empoisonnement, surpopulation...). Cela se traduit toujours par

un déséquilibre biologique puis une mortalité au niveau de la faune (poissons).

Ammonium (NH4+) : L'ion ammonium (NH4+) résulte de la dégradation incomplète de la matière organique. Des concentrations importantes peuvent être liées aux rejets de stations d'épuration. En milieu basique (alcalin), il devient gazeux (NH3) et toxique pour les poissons.

Anaérobie : Terme désignant un organisme pouvant se développer en absence d'oxygène.

Anaérobiose : Conditions d'un milieu privé d'oxygène (ou sans air) qui permettent une dégradation de la matière organique dégageant un mélange de gaz appelé biogaz composé principalement de méthane, et produisant un résidu organique, le digestat.

Anoxique - Anoxie : Terme désignant une zone privée d'oxygène. Cette interruption ou suppression de l'oxygène délivré au niveau des organismes (bactéries) peut se cumuler avec des concentrations de nitrites et de nitrates.

Aquaponie : Il s'agit en fait d'un écosystème complet (fermé) dans lequel interviennent trois types d'organismes vivants :

- Les poissons dont les déjections riches en ammoniaque sont la source principale de nutriment pour les plantes ;
- Des bactéries aérobies et anaérobies qui transforment l'ammoniaque en nitrites puis en nitrates, ces derniers, composés azotés, étant directement assimilables par les plantes ;
- Les plantes cultivées qui épurent l'eau du bassin par l'assimilation au niveau des racines.

Aquifère : Formation géologique contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, constituée de roches perméables (formations poreuses et/ou fissurées) et capable de la restituer naturellement et/ou par exploitation (drainage, pompage...).

Asqual : Organisme officiel agréé pour certifier les valeurs annoncées par le producteur de la membrane ou du géotextile (gage de qualité du produit).

Autoépuration : Ensemble des processus biologiques (dégradation, consommation de la matière organique, photosynthèse, respiration animale et végétale...), chimiques (oxydoréduction...), physiques (dilution, dispersion, adsorption...) permettant à un écosystème aquatique équilibré de transformer ou d'éliminer les substances (essentiellement organiques) qui lui sont apportées (pollution). Les organismes vivants (bactéries, champignons, algues...) jouent un rôle essentiel dans ce processus. L'efficacité augmente avec la température et le temps de séjour dans la zone de filtration, lagunage, marécage. La capacité d'auto épuration d'un écosystème est limitée. L'ensemencement en bactéries permet de l'augmenter.

Autoépuration : Un organisme autotrophe est capable de synthétiser par lui-même les matières organiques qui le composent à partir d'éléments minéraux. C'est le cas de la plupart des plantes chlorophylliennes. Contraire : hétérotrophe.

Azote : L'azote compose 79 % de l'atmosphère. Dans les eaux usées domestiques l'azote provient essentiellement des rejets humains physiologiques. On distingue les formes réduites : azote organique et azote ammoniacal (NH4+) ; les formes oxydés : nitrite (NO^{2}-) et nitrates (NO^{3}-). L'azote global correspond à l'ensemble de l'azote sous toutes ses formes.

B

Bactérie : Organisme vivant microscopique formé d'une seule cellule individualisée et apte à se reproduire.

Basique : Une eau est dite basique lorsque le pH est situé entre 8 et 10.

Biocénose : Totalité des êtres vivants (animaux et végétaux) qui peuplent un écosystème donné. La biocénose se compose de trois groupes écologiques fondamentaux d'organismes :

les producteurs (végétaux), les consommateurs (animaux), et les décomposeurs (bactéries, champignons...). Cet ensemble d'êtres vivants est caractérisé par une composition d'espèces déterminée et par l'existence de relations d'interdépendance avec l'espace qu'il occupe (biotope).

Biodégradation : Phénomène généralement lié à l'action de micro-organismes des sols ou des eaux qui permettent la dégradation (minéralisation) - et en règle générale - la neutralisation d'agents polluants dans les milieux terrestres ou aquatiques.

Biodiversité : Elle rend compte de la diversité biologique d'un espace donné en fonction notamment de l'importance numérique des espèces animales ou végétales présentes sur cet espace, de leur originalité ou spécificité, et du nombre d'individus qui représentent chacune de ces espèces.

Biofilm : Film composé de micro-organismes qui se développent à la surface d'un matériau support en contact avec de l'eau. Plus le support est poreux et offre de zones de contact et plus ce film est important. Les tapis japonais - matalas offrent des surface de contact de 200 à 600 m^2, les supports Kaldnes plus de 500 m^2 par m^3 de médias. Mais le biofilm ne se développe pas de la même façon sur tout les supports. L'intégration d'organismes pathogènes dans les biofilms peut les protéger de l'action de biocides, à haute concentration, qui les auraient détruits ou inactivés sans cela. Formation des biofilms également à la surface des membranes.

Biomasse : Masse totale de matière vivante dans une masse d'eau donnée. Le poids de biomasse sert notamment comme paramètre pour déterminer le volume de filtration.

Biotope : Espace caractérisé par des facteurs climatiques, géographiques, chimiques, physiques, morphologiques, géologiques... en équilibre constant ou cyclique et occupé par des organismes qui vivent en association spécifique (biocénose). C'est la composante non vivante (abiotique) de l'écosystème.

Bonde : Dispositif de vidange d'un bassin situé dans la zone la plus profonde et particulièrement destiné aux filtres alimentés par gravité (bassin à koï, bassin baignade)

Branchies : Organes respiratoires des animaux aquatiques. Grâce à des tissus fortement irrigués, permet les échanges gazeux entre l'eau et le sang de l'animal.

Bryophytes : Mousses aquatiques. Du fait de leur pouvoir biocumulateur de certaines substances, elles sont utilisées pour connaître la pollution qui a transité dans le milieu durant les 3 derniers mois. Elles accumulent parfaitement les métaux, les iodes.

By-pass : Canalisation permettant de détourner une arrivée d'eau pour court-circuiter un élément ou l'ensemble de la filtration. By-pass monté avant un appareil UV, un filtre...

C

Calcicole : Qui apprécie les terrains, eaux calcaires.

Calcifuge : Qui ne supporte pas les terrains, eaux calcaires.

Capacité auto-épuratoire : Capacité biologique, chimique et physique permettant à un milieu de dégrader tout ou partie des substances organiques présentes (déchets de poissons, de plantes...). Cette capacité est fortement liée à l'équilibre biologique du milieu, mais aussi à la capacité d'auto-élimination des impuretés par des organismes aquatiques vivants. (souches de bactéries sélectionnées, oxygène disponible...).

Carbone organique dissous (COD) : C'est la mesure du carbone lié à la matière organique dissoute, biodégradable ou non. Dans nos rivières, il peut être d'origine humaine (station d'épuration) ou naturelle (passage forestier). Ainsi, une forte concentration en COD n'indique pas forcément une pollution.

Charbon actif : Les charbons actifs sont des adsorbants à très large spectre: la plupart des molécules organiques se fixent à leur surface. Ils sont également de bons supports bactériens, les bactéries qui y sont fixées peuvent alors dégrader tout ou partie de la phase adsorbée. La surface de contact du charbon de bois actif varie de 1.000 m² à 1.500 m² par gramme.

Chlorophylle : Pigment vert des végétaux, fixé dans les chloroplastes, et qui ne se forme qu'à la lumière...

Chloroplaste : Corpuscule des cellules végétales coloré par la chlorophylle et siège de la photosynthèse.

Coagulation - floculation : Procédé consistant à injecter un ou des produits chimiques destinés à déstabiliser les matières colloïdales dispersées, à les agréger et à les agglomérer en grosses particules séparables. La coagulation est l'étape de liaisons spécifiques d'ions à la surface de la particule par ajout d'un réactif appelé coagulant, la floculation est l'étape d'agglomération des particules (elle peut être améliorée par addition d'un floculant). Une fois floculées, les MES peuvent être aspirées par la pompe, les bondes de fond.

Colloïdes (matières) : Se dit de petites particules contenues dans l'eau, dont le diamètre fait entre 1 et 100 nanomètres responsables entre autre de la couleur et de la turbidité des eaux de surface. Ces particules, souvent chargées électriquement, sont dispersées dans un fluide et ne peuvent pas décanter naturellement. Elles peuvent être éliminées par coagulation - floculation qui provoque leur précipitation. Ce sont souvent ces matières qui forment de la mousse blanche sous les cascades, rejets de filtration.

Compacter : Opération consistant à s'assurer de la stabilité d'un terrain (digue, étanchéité en argile par exemple) en la tassant de manière mécanique (pelle mécanique, vibreurs...).

Compost : Matière, servant à enrichir le sol, obtenue par décomposition naturelle des déchets végétaux.

Conductivité : Faculté d'une substance à conduire le courant électrique. La mesure de la conductivité de l'eau permet de déterminer sa minéralisation. Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa faculté à conduire le passage d'un courant électrique. Lorsqu'elle conduit bien le courant, on dit qu'elle présente une bonne conductivité électrique. Elle se mesure en micro-Siemens par centimètre (µS/cm).

Couvre-sol : Plante vivace au port rampant le plus souvent utilisée pour ses fonction de couvre-sol naturel (entretien facilité, peu de désherbage).

Cultures fixées : En épuration biologique, se dit des cultures bactériennes où les micro-organismes (flore bactérienne) colonisent la surface d'un solide (support) sous forme de lit bactérien (filtre biologique).

Cultures libres : En épuration biologique, se dit des cultures bactériennes où la biomasse épuratrice (flore bactérienne) est maintenue en suspension dans l'eau à épurer (lagunage).

Cultivar : Variété de plante obtenue par sélection, hybridation. Synonyme de variété horticole. En opposition aux variétés botaniques (plantes pouvant être trouvées dans un milieu naturel).

Curage : Les travaux de curage ont pour objectif l'enlèvement des sédiments qui s'accumulent notamment dans les bassins naturels sans filtration.

D

DBO : Demande biochimique en oxygène, représente le besoin en dioxygène d'une eau pour assurer la dégradation biochimique des matières organiques. Si la DBO est trop élevée, cela peut aboutir à une désoxygénation de l'eau…

DCO : Demande chimique en oxygène, représente la quantité de dioxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières organiques et minérales contenues dans l'eau, par oxydoréduction. Cette donnée est représentative de la pollution organique et chimique.

Débit : Volume d'eau rejeté d'une source d'une pompe, en fonction d'une unité de temps, par exemple en m^3/h.

Décantation : La décantation est la méthode de séparation la plus fréquente, des MES grossières ou des MES fines et colloïdales, au moyens de chambres de décantation, vortex... Les déchets de densité supérieure à 1 se déposent au fond du « décanteur » dont ils sont ensuite évacués par un système de purge.

Dégrillage (fin ou grossier) : Retenue des matières solides de plus ou moins gros calibre à l'aide d'une grille calibrée en

conséquence. Avec les filtres à grille on peut retenir des MES de 500 à 50 µ (microns) suivant le besoin.

Dénitrification : Deuxième étape de l'élimination biologique de l'azote. La dénitrification est la réduction des nitrates (NO^{3-}) en azote gazeux (N^2) par des bactéries en situation d'anoxie (l'oxygène sous sa forme dissoute est absent). Ce phénomène est différent de la consommation des nitrates par les végétaux.

Déphosphatation biologique : Peut s'effectuer en faisant passer les résidus de filtration par des phases successives d'anaérobie, d'anoxie et d'aérobie, on provoque la sélection de bactéries qui ont la particularité d'accumuler des quantités de phosphore intracellulaire très importantes (jusqu'à 8 %, voire 12 %, de leur masse). Peut aussi s'effectuer en lagunage avec notamment l'action des sagittaires.

Désoxygénation : Élimination partielle ou totale de l'oxygène dissous dans l'eau. Dans le cas de l'eutrophisation, les algues consomment l'oxygène disponible dans l'eau.

Diatomées : Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires, identifiables à la forme de leur squelette. Omniprésentes dans nos rivières et nos lacs, elles intéressent le gestionnaire des systèmes aquatiques en tant qu'indicateurs de la qualité des eaux : acidité, salinité, niveau et nature des pollutions organiques. Il existe plus de 7 000 espèces de diatomées dans les eaux douces ou saumâtres. Leurs associations et leur diversité dans un relevé reflètent les conditions environnementales. Elles apportent des informations complémentaires parfois plus fiables que les analyses chimiques, trop instantanées. La cellule possède une enveloppe externe, transparente et rigide, souvent délicatement ornementée. Cette enveloppe ou frustule est constituée de silice faiblement cristallisée. L'enveloppe se compose de deux parties s'emboîtant l'une dans l'autre.

Digestion : Minéralisation des boues et déchets organiques par fermentation anaérobie s'accompagnant, en particulier, de la production de gaz méthane (= méthanisation).

Drageon : Pousses aériennes permettant à certaines plantes de se multiplier à partir des racines de la plante-mère.

E

Écosystème : Ensemble composé par l'association d'un environnement spécifique - biotope d'une communauté d'êtres vivants adaptés à ce milieu – biocénose.

Effluents : Désigne de façon générale tout fluide émis par une source de pollution, qu'il soit le fait de zones d'habitations ou d'installations industrielles. L'équitox est la quantité de toxicité qui, dans 1 m^3 d'eau, immobilise, au bout de 24 heures, 50 % des daphnies présentes (micro-crustacés d'eau douce).

Équitox : L'équitox est la quantité de toxicité qui, dans 1 m^3 d'eau, immobilise, au bout de 24 H, 50 % des daphnies présentes.

Eutrophisation : Enrichissement progressif d'un plan d'eau par des éléments nutritifs favorisants le développement des plantes aquatiques. L'accumulation de déchets organiques qui s'en suit provoque une désoxygénation de l'eau et un appauvrissement de la biodiversité

Évapotranspiration : L'émission de la vapeur d'eau, ou évapotranspiration (exprimée en mm), résulte de deux phénomènes : l'évaporation, qui est un phénomène purement physique, et la transpiration des plantes.

Exotique : Concerne une plante qui n'est pas originaire du pays où on la cultive (pas de rapport direct avec un éventuel besoin de chaleur ou une absence de résistance au gel)

F

Faucardage : Action de faucher les végétaux aquatiques de façon mécanisée dans les étangs (coupe sous le niveau de l'eau).

Feutre : Nom familier pour désigner un textile non tissé de protection.

Fleur d'eau : Désigne toutes les pullulations de phytoplancton dès lors que leur abondance communique à l'eau une coloration

soutenue. Une pullulation en profondeur qui ne peut être mise en évidence que par un échantillonnage de l'eau sera également considérée comme une fleur d'eau. Elle est l'aboutissement de la croissance phyto-planctonique et concerne parfois une association de quelques espèces, mais est le plus souvent monoalgale.

Floculant : Substance qui a la propriété de floculer, c'est à dire d'agréger sous forme de flocons, des particules de colloides en suspension dans un solvant.

Floculation : La formation d'un floc est amorcée par la coagulation. Afin d'assurer une bonne précipitation, il est nécessaire d'accroître la taille de celui-ci et sa cohésion. La floculation est en fait la phase d'agglomération et de précipitation des colloïdes coagulés. Elle est facilitée par l'ajout de floculants (ou adjuvants de floculation), pouvant être d'origine minérale ou organique, synthétiques ou naturels. On peut citer comme floculants : la silice activée, la bentonite, certaines argiles.

Fongicide : Produit de traitement, à base de cuivre le plus souvent, pour lutter contre les champignons, (moisissures, maladies cryptogamiques).

G

Gâteau de filtration : résidus solides déposés sur la surface du média filtrant lors d'une opération de filtration. Se retrouve souvent sur le dessus des masses de filtration des filtres tonneaux, pouzzolane... Peut être utilisé en compostage pour les plantes vivaces.

Géomembrane : Membrane positionnée dans ou sur le sol. . Il en existe différentes sortes :

- PP : polypropylène souple,
- PEHD : Polyéthylène Haute Densité,
- PVC,
- EPDM,
- Bitumineuse.

Géotextile : Textile non tissé de fibres synthétiques entremêlées par aiguilletage ou thermo-liage assurant une protection et une résistance à la traction multidirectionnelle au produit. C'est le géotextile à utiliser en aquatique. Textile tissé par tissage de bandelettes synthétiques assurant une résistance à la traction unidirectionnelle.,
Il en existe différentes sortes. Ceux recherchés pour l'application bassin sont intéressants avant tout pour l'aspect antipoinçonnant.

H

Hétérotrophe : Les espèces hétérotrophes prélèvent dans le milieu extérieur des substances organiques dont elles ont besoin. C'est le cas pour les animaux, mais aussi pour certains végétaux supérieurs parasites (par exemple le Gui, la Cuscute). Contraire : autotrophe.

Hydrofuge : Qualité imperméable d'un matériau (par nature : argile ou par adjonction d'un produit : béton).

Hydroponie : La culture hydroponique a émergé et s'est développée depuis une vingtaine d'années car elle permet d'augmenter les rendements de production de manière significative. Cette technique se pratique sans substrat nourrissant. C'est la raison pour laquelle on parle de culture hors-sol. Le support des racines est inerte et ne sert qu'à maintenir physiquement la plante. L'eau véhicule les éléments nutritifs, nécessaires à la croissance de la plante, jusqu'aux racines.

Hydrophile : Qui montre une forte affinité pour l'eau. Qui attire, se dissout dans l'eau ou l'absorbe.

Hydrophobe : Qui montre une forte répulsion pour l'eau, qui repousse l'eau.

I

Indigène : Concerne une plante ou un animal dont l'espèce est originaire du pays de référence.

L

Lagunage : Traitement biochimique : stockage de l'eau résiduaire durant le temps nécessaire à la production de la dégradation de la matière organique par bactéries hétérotrophes. Les lagunes sont constituées de plans d'eau peu profonds, en général au nombre de trois. L'apport d'oxygène naturel, par échange avec l'atmosphère ou par photosynthèse des algues de surface, peut être complété exceptionnellement par des aérateurs pour stimuler l'activité biologique et diminuer les surfaces.

Lagune : Étang peu profond où la lumière solaire, l'action bactérienne et l'oxygène travaillent conjointement pour purifier les eaux usées.

Limon : Fines particules de sable ou de roche transportées par l'air ou l'eau et se déposant sous forme de sédiments.

Lits bactériens : Procédé d'épuration utilisant des bactéries fixées soit sur des matériaux naturels poreux (pouzzolane de quelques centimètres), soit plus souvent des matériaux plastiques - ordonnés (brosses, mousses, matalas...) - en vrac (bioballes...) sous forme de lits sur lesquels l'eau à traiter ruisselle en s'épurant.

M

Marais : Zone très humide, partiellement ou totalement inondée fortement végétalisée.

Membrane : nappe étanche pour tout ouvrage (bassin, étanchéité bâtiment, etc.)

M.E.S. : Matières en suspensions dans l'eau.

Matières Organiques (MO): Organismes ou parties d'organismes vivants ou morts plus ou moins décomposés. Désigne de manière générale les matières organiques (ensemble des substances d'origine biologique) et autres substances oxydables contenues dans un effluent ou un biotope aquatique pollué.

Métaux lourds : Les métaux lourds possèdent un numéro atomique élevé. Les plus courants et plus dangereux sont le mercure, le plomb, le cadmium, le chrome, le cuivre, le zinc. Ceux-ci s'accumulent dans les organismes vivants, et peuvent ainsi contaminer l'ensemble d'une chaîne alimentaire. Les effets toxiques des métaux lourds concernent le système nerveux, le sang ou la moelle osseuse. Ils sont généralement cancérigènes.

Micro-organismes pathogènes : Micro-organismes pouvant causer des maladies chez d'autres organismes ou chez les humains, les animaux et les plantes.

Microplancton : Plancton dont la taille varie entre 20 et 200 µm (milième de millimètre - micron).

N

Nanoplancton : Plancton dont la taille varie entre 2 et 20 µm.

Nappe phréatique : Nappe d'eau souterraine dont le niveau peu varier en fonction des précipitations. Première nappe rencontrée lors du creusement d'un puits. Nappe généralement libre, c'est-à-dire dont la surface est à la pression atmosphérique. Elle peut également être en charge (sous pression) si les terrains de couverture sont peu perméables. Elle circule, lorsqu'elle est libre, dans un aquifère comportant une zone non saturée proche du niveau du sol.

Nitrification : Première phase de l'élimination biologique de l'azote, réalisée notamment dans les filtres biologiques. La nitrification est le traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium ($NH4+$) en nitrate ($NO3-$) par oxydation par des bactéries.

Nitrification biologique : Dans un milieu aérobie, et sous la réserve de condition de pH et rH satisfaisantes, l'azote des matières organiques et des sels ammoniacaux est oxydé en nitrites, puis en nitrates en consommant de l'oxygène. Ces deux phases successives impliquent des bactéries de souches différentes, la nitritation (nitrosomonas) et la nitratation (nitrobacters principalement).

Nitrates (NO3) : Toutes les eaux naturelles contiennent normalement des nitrates à des doses variant selon les saisons. Les ions nitrate se forment naturellement dans le cycle de l'azote.

Nitrites (NO2-) : Ils résultent de l'oxydation incomplète de l'ammonium. Ils peuvent avoir une origine industrielle (chimie, colorants, traitements de surface). C'est un élément toxique pour les végétaux et les animaux aquatiques.

Nutriments : Composés chimiques nutritifs nécessaires à la croissance des végétaux (phosphates, nitrates...).

O

Oligotrophe : Par opposition à eutrophe, pauvre en matières organiques.

ORP : Potentiel d'oxydo-reduction.

Ozone (O^3) : C'est le plus puissant des oxydants naturels. Il est généré à partir d'air et, de plus en plus souvent, d'oxygène pur dans des ozoneurs ; il permet la désinfection et l'oxydation de matières organiques, voire de composés minéraux tels que NO^2.

Ozoneurs : Ils produisent l'ozone par l'effet d'une décharge (3 000 à 20 000 volts) au travers de diélectriques (plasma à froid) dans de l'air ou de l'oxygène. Les performances d'un ozoneur dépendent de la maîtrise de la géométrie de l'espace de décharge dans lequel circule le gaz apportant les molécules d'oxygène et de la qualité du diélectrique utilisé (verre, céramique, émaux…). Elles se mesurent essentiellement par la consommation électrique par kg d'ozone produit (kWh/kg O3) et la concentration de l'ozone dans le gaz sortant de l'ozoneur (typiquement 3 à 15 %).

Oxydation : L´oxydation est une réaction durant laquelle une molécule ou un ion perd des électrons. Cette réaction est particulièrement courante dans le traitement des eaux auxquelles on rajoute (pour des raisons d´hygiène) un oxydant. Plus la valeur ORP (ou REDOX) sera positive, plus l´action désinfectante de

l'oxydant sera efficace. Le potentiel REDOX est plus élevé si le pH est bas. Un ORP faible indique un niveau élevé de déchets organiques indésirables dans l'eau. L'oxydation est un phénomène chimique important, par exemple pour les êtres vivants lors de la production d'énergie (oxydation des sucres, des protéines, etc.).

Oxydation biologique aérobie : On parle d'oxydation biologique aérobie lorsque, dans un process de traitement d'eau, on utilise des micro-organismes aérobie, en présence d'oxygène, afin d'oxyder des composés polluants, de réduire la demande en oxygène, ou la quantité de substances organiques.

Oxydoréduction : Procédé de traitement chimique associant une réaction couplée d'oxydation et une réaction de réduction, c'est-à-dire associant la perte et le gain d'électrons. Exemple dans le traitement des eaux : élimination de l'ammoniaque, de matière organique, de bactéries et de virus.

Oxygénante : Plante (élodée, myriophylle) libérant dans l'eau sous l'action de la photosynthèse une quantité importante d'oxygène.

P

Paillage : Action de protéger le sol et les plantes ornementales des actions de ruissellement, dessèchement, érosion, froid, envahissement par des plantes adventices...

Paludéenne : Plante de marais dont les racines se développent en sol humide voir partiellement immergé.

Parties par million (ppm) : Nombre de « parties » (en poids) d'une substance, pour chaque million de parties d'eau. 1 ppm = 1 mg/l. Unité fréquemment employée pour désigner les concentrations de polluants. Les fortes concentrations sont exprimées en pourcentage.

Peroxyde d'hydrogène : Le peroxyde d'hydrogène de formule chimique H^2O^2 est très largement utilisé dans le domaine du

traitement de l'eau. C'est en effet un oxydant polyvalent et puissant qui est efficace et sûr pour l'utilisateur.

Pertes de charge : Les pertes de charges sont représentative des pertes d'énergie d'un fluide s'écoulant dans une canalisation (elles correspondent à une perte de pression dans la canalisation. Celles-ci sont dues entre autre à la viscosité du fluide considéré, à la nature de la canalisation, et aux accidents de parcours (coudes).

pH : Indice exprimant l'acidité d'un liquide (à partir de la mesure de la concentration des ions hydrogène [H+] dans l'eau). Le pH s'évalue par une échelle allant de 0 à 14. De 0 à 7 les solutions sont acides; à 7 elles sont neutres ; entre 7 et 14 elles sont basiques.

Phosphore : Élément chimique qui est l'un des composants de la matière vivante. Dans la nature, il existe principalement à l'état de phosphates, élément minéral nutritif essentiel pour les végétaux. De tous les éléments nutritifs contenus dans les eaux, c'est le phosphore qui se trouve le plus souvent en quantité limitée pour répondre aux besoins des algues d'eau douce. Cet élément est donc le facteur limitant pour la croissance des algues dans les eaux lacustres (voir eutrophisation).

Photosynthèse : C'est en combinant le dioxyde de carbone et l'eau (CO^2 + H^2O), grâce à l»énergie fournie par la lumière, que la plante produit sa matière (les hydrates de carbone). Ce processus se nomme la photosynthèse. Les plantes possèdent un métabolisme très actif. Elles peuvent, si tous les facteurs environnementaux sont bons, consommer une quantité importante de lumière.

Phytoplancton : Plancton végétal, par exemple les algues vertes unicellulaires responsables de la couleur verte de l'eau.

Plantes aquatiques : Plantes de marais, de bord, de zone humide... pas toujours facile de s'y retrouver.

- Hydrophites flottantes : plantes flottantes
- Hydrophytes fixées (-300 à -30cm) plantes de zone profonde (entièrement immergées, feuilles flottantes)

- Amphibies (-30 à -10cm) plantes de zone peu profonde (collet de la plante sous l'eau, feuillage en partie aérien)
- Hélophytes (-10 à + 10cm) plantes de zone de marais (développement des racines dans un sol gorgé d'eau, mais feuillage aérien)

Plancton : Ensemble des organismes de très petite taille vivant en suspension dans l'eau.

Q

Qualité de l'eau : Terme utilisé pour décrire les caractéristiques chimiques, physiques et biologiques de l'eau relativement à une utilisation particulière.

R

Redox - rH : Le potentiel Redox (rH) rend compte du pouvoir oxydant ou réducteur d'un milieu. rH = 27 témoigne d'un milieu neutre. Un rH compris entre 27 et 40 (valeur maximale) est le fait d'un milieu oxydant ; et un rH compris entre 0 et 27 dénonce un milieu réducteur. Il y a une relation directe entre le taux d'oxygène présent dans le milieu et le potentiel d'oxydoréduction : plus un milieu est riche en oxygène et plus il a tendance à être oxydant, inversement plus un milieu est pauvre en oxygène et plus il a tendance à être réducteur.

Rhizome : Tige horizontale poussant sous terre, parfois servant de réserves (lotus) pouvant donner naissance à de nouvelles plantes.

Ripisylve : Formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau ou des plans d'eau situés dans la zone frontière entre l'eau et la terre (écotones) ; elles sont constituées de peuplements particuliers du fait de la présence d'eau pendant des périodes plus ou moins longues (saules, aulnes, frênes en bordure, érables et ormes plus en hauteur, chênes pédonculés, charmes sur le haut des berges).

Rustique : Plante pouvant vivre sans protection hivernale particulière dans la région où elle se trouve.

S

Sédiments : Fragments de matière organique ou inorganique produits par l'altération de matériaux du sol, alluviaux et rocheux. Ces matières sont enlevées par l'érosion et transportées par l'eau, le vent, la glace et la gravité. Les sédiments se déposent au fond des cours d'eau dont le courant est faible, des lacs. Ils sont utilisés pour connaître la pollution historique. Ils stockent des substances chimiques.

Sels minéraux : Composés que l'on retrouve naturellement dans les eaux. Ils proviennent de la dissolution des roches. Le sel ou chlorure de sodium est le plus connu.

Spectrophotométrie : La spectrophotométrie est une technique récente permettant d'identifier une substance chimique et de déterminer la concentration d'un soluté dans une solution, par l'interaction des électrons des molécules du soluté (appelé chromophore) avec la lumière.

Stolon : Tige provenant du collet de la plante qui pusse sur le sol et s'enracine en produisant de nouvelles plantes.

T

Touradon : Souches entremêlées de plantes aquatiques (carex, phragmites..) poussant en surélévation par rapport au niveau de l'eau.

Tourbe : Matière organique plus ou moins décomposée d'acidité variable servant en complément des substrats habituels.

Turbide : Se dit d'une eau chargée de particules en suspension.

Turbidité : (mesure de la limpidité de l'eau) Réduction de la transparence de l'eau due à la présence de particules finement dispersées en suspension.

U

U.V. : Ultra-violets, rayons du soleil dont la longueur d'onde se situe entre l'extrémité des violets et les rayons X. Utilisés notamment avec les appareils UV destinés à détruire les algues unicellulaires en suspension dans l'eau. Les rayons ultraviolets, de longueur d'onde comprise entre 200 et 300 nm (dits UV-C) avec un maximum aux environs de 260 nm, présentent une action germicide puissante.

V

Venturi : Conduite ou canal comportant un rétrécissement utilisé pour la mesure des débits des fluides ou pour mélanger des gaz, tel que l'ozone, avec de l'eau.

Vivace : Se dit d'une plante dont le développement se fait sur plusieurs années.

X – Z

Xénobiotique : Substance possédant des propriétés toxiques, même à très faible concentration (exemple des pesticides).

Zone humide : « Terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ». Ces zones sont des espaces de transition entre la terre et l'eau (ce sont des écotones). Comme tous ces types d'espaces particuliers, elles présentent une forte potentialité biologique (faune et flore spécifiques). Elles servent notamment d'étape migratoire, de lieu de reproduction et/ou d'hivernage pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau et de poissons, chaque zone humide constituant ainsi le maillon d'une chaîne indispensable à la survie de ces espèces.

Zooplancton : Plancton animal (hétérotrophe) vivant en suspension dans l'eau (protozoaires, daphnies, cyclopes, larves...).

Index

A

algues 4
algues filamenteuses 55
Appareil UV-C 23
autorisation de travaux 8

B

bactéries 4, 23, 68
bactéries aérobies 23
bactéries pathogènes 31

C

chauffage de l'eau 5
circulation de l'eau 33
coût 7
  auto-construction 7

D

débordement 35
démarches administratives 8
dimensions 16

E

eau de pluie 20
écosystème 4
emplacement 12
entretien
  filtration 67
étanchéité 17

F

filtration 24
  chambre de décantation 26, 27
  filtre mécanique 27

I

insectes aquatiques 65

L

lagunage 31
  bassin indépendant 31
  dimensions 32
  drains 34
  inconvénients 35
  plantation 63
  pouzzolane 35
  principe 29
  profondeur 33
lampe
  à ultraviolets 22
local
  terrassement 15

M

matières en suspension (MES) 29

P

permis de construire 9

pH 21
plan local d'urbanisme 8
plante aquatique
  acorus calamus 41
  alisma parviflora 42
  alisma plantago 42
  butomus umbellatus 44
  caltha palustris 44
  carex grayi 46
  carex muskingumensis 46
  carex nigra 37
  carex riparia 37
  cyperus longus 37
  eichhornia crassipes 56
  glyceria maxima ssp variegata 47
  hippuris vulgaris 47
  iris pseudacorus 49
  iris versicolor 49
  juncus ensifolius 50
  juncus glaucus 50
  mentha aquatica 52
  menyanthes trifoliata 53
  mimulus guttatus 52
  nymphaea aurora 61
  nymphaea escarboucle 61
  nymphaea James Brydon 62
  nymphaea Joey Tomacik 62
  nymphaea sp. 59
  oenanthe aquatica variété variegata 53
  phragmites australis 38
  pontederia cordata 59
  preslia cervina 54
  ranunculus flammula 54
  sagittaria sp. 55
  saururus cernuus 55
  typha angustifolia 39
  typha latifalia 39
  zizania latifolia 40
poissons 64
pompe 21
pouzzolane 35
profondeur 16

Q

qualité sanitaire de l'eau 9

R

réglementation 8
  qualité sanitaire de l'eau 9
  sécurité 8
remplissage du bassin 20

S

sécurité 8
skimmers 20
système de sécurité 8

Z

zone de baignade
  dimensions 12
  forme 12
zone de régénération 5
zooplancton 30

Découvrez les autres titres de la collection EYROLLES

Environnement

Parce que le mal ne vient pas toujours de là où on l'attend, il est urgent de s'informer ! Dans ce guide : les dangers des pollutions électromagnétiques sur la santé, les distances de sécurité, l'utilisation, les normes...

Maux de tête, maladies bénignes ou graves, qu'en est-il réellement ? Des solutions simples existent, mettons-les en pratique...

Les pollutions électromagnétiques, G12638.

Utiliser l'eau de son jardin pour s'approvisionner, arroser ses plantes ou, mieux, raccorder sa machine à laver, ses toilettes et autres matériels domestiques est devenu un plus pour économiser son énergie.

Grâce ce guide, vous saurez trouver votre source, réaliser votre forage, raccorder votre puits et entretenir l'une des ressources les plus précieuses de votre jardin : l'eau !

Réaliser et entretenir son puits, G12519.

Pompes à chaleur, sûrement ! Mais quel système choisir? Où puiser les calories et comment les restituer? Pour quelle combinaison opter (air/air, sol/sol, sol/eau, etc.) ? Pour quelles économies ? Quelles solutions pour un bon chauffage et une eau chaude sanitaire ? Toutes les réponses sont dans cet ouvrage...

2e édition revue et augmentée.

Ouvrage publié avec l'aide de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
Ademe : 6177

Les pompes à chaleur, 2e édition, G12652.